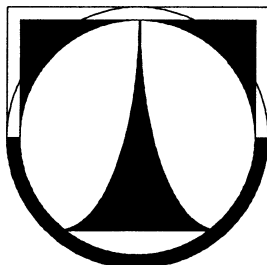


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



**MODEL PLANETOVÉHO SOUKOLÍ
PLANETARY GEAR MODEL**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

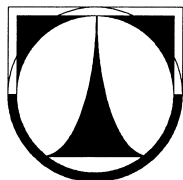
Josef Břoušek

Květen 2011

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



Obor B2341

Stroje a zařízení

Zaměření 2301R022

Dopravní stroje a zařízení

MODEL PLANETOVÉHO SOUKOLÍ

PLANETARY GEAR MODEL

Bakalářská práce

KVM – BP – 195

Josef Břoušek

Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Voženílek, TU v Liberci, KVM

Konzultant diplomové práce: Ing. Pavel Brabec PhD., TU v Liberci, KVM

Počet stran: 33

Počet obrázků: 25

Počet příloh: 3

Počet výkresů: 22

Květen 2011



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení

Josef B Ř O U Š E K

obor

B2341 Strojírenství

zaměření

**2301R022 stroje a zařízení
dopravní stroje a zařízení**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

MODEL PLANETOVÉHO SOUKOLÍ

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Proved'te rozbor používání planetových převodovek u vozidel a v průmyslových aplikacích.
2. Proved'te rozbor metod výpočtu převodových čísel jednoduchého planetového soukolí.
3. Navrhnete výukový model planetového soukolí - vytvořte konstrukci stanoviště s variabilním zastavováním jednotlivých členů včetně připojení rotačních dílů planetového soukolí ke snímačům otáček.
4. Cílem je použitelnost výsledků bakalářské práce v rámci projektu INTECH2.

Forma zpracování bakalářské práce:

Průvodní zpráva - v rozsahu cca 30 stran textu, vč. příloh.

Rozsah grafických prací: výkres sestavy modelu planetového soukolí a výrobní výkresy vybraných součástí.

Text celé bakalářské práce včetně příloh bude v elektronické formě přiložen na CD nosiči k tištěnému svazku originálu bakalářské práce.

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu):

- [1] PEŠÍK, L.: Části strojů 2. díl. Liberec, TU 2005. ISBN 80-7083-939-2.
- [2] PEŠÍK, L.: Části strojů. 1. díl. Liberec, TU 2005. ISBN 80-7083-938-4.
- [3] VLK, F.: Převody motorových vozidel. Nakladatelství a vydavatelství Vlk. BRNO 2006
- [4] TŮMOVÁ, G.: Mechanická převodná ústrojí. Studijní pomůcka. Liberec 1999

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Robert Voženílek, TU v Liberci, KVM

Konzultant bakalářské práce: Ing. Pavel Brabec PhD., TU v Liberci, KVM

L.S.

prof. Ing. Celestýn Scholz, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci dne 1. 11. 2010

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ).
Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

Model planetového soukolí

Anotace

Bakalářská práce se zabývá problematikou planetových soukolí. První část je věnována použití planetových převodovek v průmyslových aplikacích a ve vozidlech. Následuje rozbor metod výpočtu převodových poměrů jednoduchého planetového soukolí. Druhou částí je návrh stanoviště výukového modelu planetového soukolí s variabilním zastavováním jednotlivých členů, včetně připojení rotačních dílů planetového soukolí ke snímačům otáček.

Klíčová slova: planetové soukolí, planetová převodovka, automatická převodovka

Planetary Gear Model

Annotation

Bachelor Thesis deals with planetary gears. The first part is devoted to the use of planetary gearboxes for industrial applications and in vehicles. Subsequently it offers the analysis of methods used by calculation of gear ratio speaking about simple planetary gear. The second part provides the design of a learning model with variable functions of stopping individual parts, including connection of rotary parts to rpm sensors.

Key words: planetary gear, planetary gear set, planetary gearbox, automatic gearbox

Desetinné třídění:

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra vozidel a motorů

Dokončeno : 2011

Archivní označení zprávy:

Prohlášení k využívání výsledků bakalářské práce

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom(a) povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V dne

.....

podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Robertu Voženílkovi za velice ochotný přístup a cenné rady při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat Katedře vozidel a motorů TUL a projektu In-TECH 2 za možnost realizace návrhu. Děkuji rodičům za podporu během celého studia.

Seznam symbolů a jednotek

f	frekvence	[Hz]
M_k	krouticí moment	[Nm]
z_c	počet zubů centrálního kola	[-]
z_k	počet zubů korunového kola	[-]
z_s	počet zubů satelitu	[-]
i	převodový poměr	[-]
i_{ku}^c	převodový poměr z korunového kola na unašeč při zastaveném centrálním kole	[-]
i_{uk}^c	převodový poměr z unašeče na korunové kolo při zastaveném centrálním kole	[-]
i_{cu}^k	převodový poměr z centrálního kola na unašeč při zastaveném korunovém kole	[-]
i_{uc}^k	převodový poměr z unašeče na centrální kolo při zastaveném korunovém kole	[-]
i_{ck}^u	převodový poměr z centrálního kola na korunové kolo při zastaveném unašeči	[-]
i_{kc}^u	převodový poměr z korunového kola na centrální kolo při zastaveném unašeči	[-]
i_{xy}^z	převodový poměr ze členu x na člen y při zastaveném členu z	[-]
i_{xz}^y	převodový poměr ze členu x na člen z při zastaveném členu y	[-]
v	rychlost	[m/s]
t	teplota	[°C]
η	účinnost	[-]
ω	úhlová rychlost	[rad.s ⁻¹]
ω_c	úhlová rychlost centrálního kola	[rad.s ⁻¹]
ω_k	úhlová rychlost korunového kola	[rad.s ⁻¹]
ω_s	úhlová rychlost satelitu	[rad.s ⁻¹]
ω_u	úhlová rychlost unašeče	[rad.s ⁻¹]
ω_x	úhlová rychlost členu x	[rad.s ⁻¹]
ω_y	úhlová rychlost členu y	[rad.s ⁻¹]
P	výkon	[kW]
Hz	hertz	

kW	kilowatt
m/s	metr za sekundu
mm	milimetr
Nm	newton metr
1/min	otáčky za minutu
rad.s ⁻¹	radián za sekundu
s	sekunda
°C	stupeň Celsia

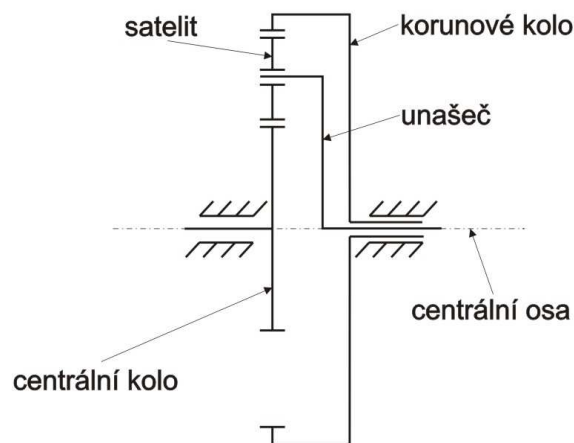
Obsah

1	ÚVOD	10
2	PRŮMYSLOVÉ APLIKACE PLANETOVÝCH PŘEVODOVEK	11
2.1	MOBILNÍ PRACOVNÍ STROJE	11
2.2	STACIONÁRNÍ APLIKACE	12
2.3	VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	12
2.4	OBRÁBĚCÍ STROJE	13
2.5	MECHATRONICKÉ SYSTÉMY	14
3	POUŽITÍ PLANETOVÝCH PŘEVODOVEK VE VOZIDLECH	15
3.1	PLANETOVÁ SOUKOLÍ V AUTOMATICKÝCH PŘEVODOVKÁCH.....	16
3.2	AUTOMATICKÁ PŘEVODOVKA 01M ŠKODA OCTAVIA	18
3.3	PLANETOVÁ SOUKOLÍ V MANUÁLNÍCH PŘEVODOVKÁCH.....	20
4	METODY VÝPOČTU PŘEVODOVÝCH ČÍSEL JEDNODUCHÉHO PLANETOVÉHO SOUKOLÍ.....	21
4.1	METODA FIKTIVNÍ ZÁMĚNY PLANETOVÉHO SOUKOLÍ ZA SOUKOLÍ PŘEDLOHOVÉ.....	21
4.1.1	Výpočet převodových čísel pro model	22
4.2	WILLISOVA FORMULE.....	23
4.2.1	Výpočet převodových čísel pro model	24
4.3	VÝSLEDKY VÝPOČTŮ	24
5	MODEL PLANETOVÉHO SOUKOLÍ	25
5.1	SNÍMÁNÍ OTÁČEK JEDNOTLIVÝCH ČLENŮ	28
6	ZÁVĚR	30
	Seznam použité literatury	31
	Seznam příloh	33
	Seznam výkresů	33

1 ÚVOD

Planetová soukolí jsou z hlediska kinematiky mechanismy s dvěma stupni volnosti. Jedná se tedy o diferenciály. Často jsou ale využívány jako mechanismy s jedním stupněm volnosti, kdy je jeden člen zastaven.

Planetové soukolí se skládá z centrálního kola, korunového kola, unašeče a ze satelitů. Centrální kolo a satelity jsou ozubená kola s vnějším ozubením. Korunové kolo má ozubení vnitřní. Unašeč je nositelem satelitů, který společně s centrálním a korunovým kolem rotuje kolem centrální osy. Satelity se otáčejí kolem své vlastní osy a zároveň kolem osy rotace unašeče – centrální osy.



Obr. 1 Jednoduché planetové soukolí [32]

Výhody planetových soukolí:

- velmi dobrá účinnost
- tichý chod
- souosost vstupního a výstupního hřídele
- nízké zatížení ložisek hlavních hřídelů soukolí díky rovnoměrnému rozložení satelitů
- přenášený výkon je předáván na několik satelitů, čímž se snižuje namáhání ozubení a může být použit menší modul ozubení pro zmenšení rozměrů převodu

Nevýhody planetových soukolí:

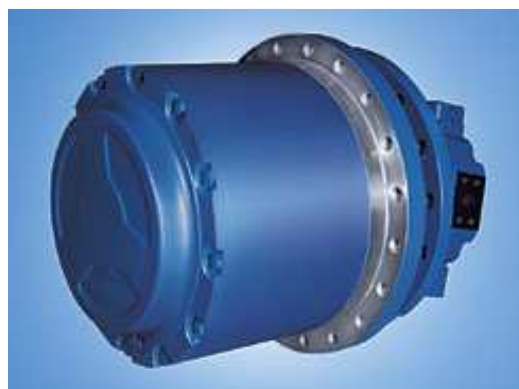
- při větším počtu převodových stupňů velká složitost převodovky a velký počet součástí
- složitější výroba a montáž

2 PRŮMYSLOVÉ APLIKACE PLANETOVÝCH PŘEVODOVEK

Planetové převodovky mají v průmyslu, díky svým výhodám, velice široké využití.

2.1 MOBILNÍ PRACOVNÍ STROJE

Planetové převodovky jsou využívány v mobilních pracovních strojích především díky jejich výhodám: kompaktnost konstrukce, relativně malé zástavbové rozměry, nízká hlučnost, nízká hmotnost v poměru k převodovým číslům, snadná montáž na stroj i následná demontáž, pohodlná údržba, vysoká účinnost.



Obr. 2 Bosh Rexroth Hydrotrac GFT [12]

Planetové převodovky jsou používány v mobilních pracovních strojích jako jsou např. kolové nebo pásové bagry, silniční válce, silniční frézy, jeřáby, zemědělské a lesní stroje, vrtné soupravy, atd., ve kterých pohánějí pojezdy, otočné svršky (jeřábů, bagrů) nebo bubny navijáků.

Většinou jsou využívány společně s hydromotorem, někdy je hydromotor integrován přímo v převodovce.

Planetové převodovky vyráběné společností Bosh Rexroth jsou dimenzovány pro použití v teplotách od -20°C do $+40^{\circ}\text{C}$.

Použití	Provedení	Momentové hladiny	Převodové poměry
Pohon pojezdu	Hydrotrac GFT	4 kNm – 330 kNm	13:1 – 302:1
Pohon otočí	Mobilex GFB	4300 Nm – 93 300 Nm	26:1 – 1095:1
Pohon bubnů navijáků	Mobilex GFT-W	13 kNm – 330 kNm	32:1 – 302:1

Tab. 1 Přehled planetových převodovek Bosh Rexroth pro mobilní pracovní stroje [16]

2.2 STACIONÁRNÍ APLIKACE

Oproti použití planetových převodovek u mobilních strojů se ve stacionárních aplikacích provoz liší především dobou trvání a zatížením. Při správné konstrukci je možné planetové převodovky zařadit do provozu i v těžkých podmínkách jako jsou např. cementárny, ocelárny, povrchové doly, tepelné elektrárny, chemické provozy.



Obr. 3 Bosh Rexroth Redulus GMH [13]

Bosh Rexroth nabízí provedení s pohonem elektromotorem nebo hydromotorem.

Provedení	Momentové hladiny	Převodové poměry
Hydropohony Hydrodrive GMH	5400 Nm – 360 kNm	17:1 – 150:1
Hydropohony Redulus GP	106 kNm – 2000 kNm	300:1 – 2000:1
Elektropohony Redulus GME	5400 Nm – 360 kNm	17:1 – 150:1

Tab. 2 Přehled planetových převodovek Bosh Rexroth pro stacionární aplikace [16]

2.3 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY

Ve větrných elektrárnách jsou otáčky rotoru velmi pomalé, pohybují se mezi 6 - 20 1/min s velkým krouticím momentem. Otáčky generátoru se pohybují mezi 900 - 2000 1/min s nízkým krouticím momentem pro dosažení velké účinnosti a úpravu frekvence sítě na 50Hz (popř. 60Hz). Proto se mezi rotor a generátor umísťují převodovky, které jsou kombinací planetových a čelních převodů. Bosh Rexroth dodává pro větrné elektrárny dvoustupňové planetové převodovky Redulus GPV s konstantním převodovým poměrem v rozsahu 70 - 150. Speciální technologie broušení povrchu zubů zajišťují velmi tichý chod.

V převodovkách jsou umístěny senzory pro snímání tlaku oleje vlastního mazacího systému a senzory teploty oleje. Na přání jsou dodávány se senzory snímání vibrací ložisek s dálkovou indikací.



Obr. 4 Bosh Rexroth Mobilex GFB [14] (vlevo), Bosh Rexroth Redulus GPV [15] (vpravo)

Větrné elektrárny používají mechanismus pro natáčení azimutu strojovny proti hlavnímu směru větru. Využívá se elektromotoru nebo hydromotoru v kombinaci s převodovou skříní planetové převodovky. Mechanismus je ovládán elektronickým regulátorem, který několikrát za sekundu kontroluje pozici snímače směru a rychlosti větru. Pro tyto účely firma Bosh Rexroth používá čtyřstupňové planetové převodovky GFB s rozsahem převodového poměru 700 - 2000 a krouticím momentem 3 – 150 kNm.

2.4 OBRÁBĚCÍ STROJE

V obráběcích strojích je možné planetové převodovky najít u pohonů pojezdů, ale také například ve výměnících nástrojů nebo v pohonech otočných stolů. Výhodou převodovek je kompaktnost, vysoká tuhost a malé rozměry. Zároveň jsou kladeny vysoké požadavky na přesné provedení, a proto se při výrobě optimalizuje ozubení a využívají se předepnutá kuželíková ložiska.

Firma Neugart GmbH vyrábí převodovky pro účely obráběcích strojů ve třech provedeních – přímé, úhlové a přírubové.



Obr. 5 Přímá převodovka Neugart PLN [19] (vlevo), úhlová převodovka Neugart WPLN [20] (uprostřed), přírubová převodovka Neugart PLFN [21] (vpravo)

2.5 MECHATRONICKÉ SYSTÉMY

Díky svým výhodám si planetové převodovky našly cestu i do mechatronických systémů, kde jsou často využívány ve spojení s elektromotory. Společnost Bühler Motor vyrábí malé válcovité planetové převodové motory, které jsou využívány v mnoha oblastech – automobilový průmysl, vybavení kanceláří, ale také třeba letecký průmysl nebo zdravotnické vybavení.

Převodovka je spojena se stejnosměrným elektromotorem, má 2 - 4 stupně a velikost o průměrech 22mm nebo 31mm. Ozubená kola jsou zhotovena z plastu nebo kovu. Podle provedení lze dosáhnout maximálního točivého momentu od 300 mNm - 2800 mNm. Provozní teploty mohou být -10°C až +70°C



Obr. 6 Elektromotor s planetovou převodovkou Bühler Motor 1.61.117.xxx [22]

3 POUŽITÍ PLANETOVÝCH PŘEVODOVEK VE VOZIDLECH

Ve vozidlech se planetové převodovky používají v automatických převodových ústrojích, kde je jejich hlavním účelem změna převodu mezi motorem a hnacími koly tak, aby mohl motor běžet v optimálních otáčkách vzhledem k aktuálním potřebám jízdy automobilu. Dále musí převodovka umožňovat zařazení zpětného chodu při couvání vozidla a možnost volného chodu motoru při sepnuté spojce a stojícím automobilu.

K výhodám uvedeným v úvodní kapitole se u automobilů přidává ještě schopnost změny převodových stupňů pod zatížením, takže při řazení nedochází k přerušení momentového toku.

Hlavní nevýhoda, která je u automobilových převodovek poměrně podstatná, je velká složitost převodovky při požadavku na větší počet převodových stupňů, proto se používají především dvou až tří stupňové planetové převodovky, které umožňují zpětný chod.

Planetové převodovky jsou v automatických převodovkách používány společně s hydrodynamickou spojkou nebo s hydrodynamickým měničem, který se využívá k rozjezdu, při nárůstu točivého momentu a k potlačení kmitání. Změna rychlostních stupňů probíhá zastavováním jednotlivých členů planetové převodovky, především pomocí lamelových spojek a brzd.

V současné době stále více výrobců zařazuje do svých automobilů tzv. dvojspojkové automatické převodovky, které se skládají ze dvou mechanických převodovek, které jsou přepínány lamelovými spojkami ovládanými elektronikou. Do budoucna bude zajímavé sledovat, které převodovky se v dlouhodobém horizontu na trhu udrží lépe.

Kromě převodových ústrojí můžeme planetové převodovky nalézt jako soukolí diferenciálů v rozvodovkách, jako redukce v kolech hnací nápravy a u přídatných převodovek.

3.1 PLANETOVÁ SOUKOLÍ V AUTOMATICKÝCH PŘEVODOVKÁCH

Protože je přepínání výstupů poměrně složité a ve výsledku tedy i drahé, je v automobilových převodovkách požadováno, aby byl výstup při všech dopředných rychlostech a i při zpětném chodu na stejných dílech planetové převodovky. Proto se v praxi používají různá konstrukční uspořádání více planetových soukolí.

Dalším důvodem, proč by bylo použití pouze jednoho planetového soukolí nevhodné, je příliš velký rozdíl mezi prvním a druhým převodovým stupněm. Pokud by se použilo pouze jedno planetové soukolí, byly by převody:

I. stupeň	II. stupeň	III. stupeň	VI. stupeň
4:1	1,33:1	1:1	0,75:1
do pomala nejmenší stupeň	do pomala střední stupeň	přímý záběr	do rychla čtvrtý stupeň

Tab. 3 Převodové poměry jednoho planetového soukolí [4]

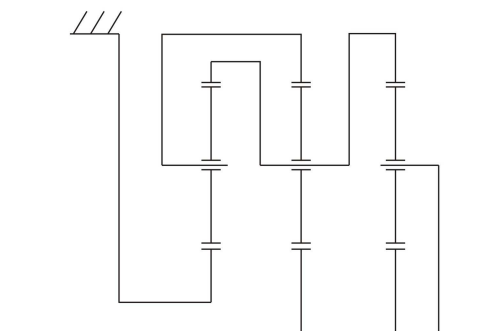
V praxi by ale převody měli být přibližně následující:

I. stupeň	II. stupeň	III. stupeň	VI. stupeň
2,5:1	1,5:1	1:1	0,75:1

Tab. 4 Převodové poměry požadované v praxi [4]

Z hodnot v tabulce vidíme, že pouze jedno jednoduché planetové soukolí požadavkům na automobilové převodovky nedostačuje, proto se planetový převod skládá ze dvou až čtyř planetových soukolí, která jsou mezi sebou spojena pevně nebo pomocí spojek. Díky této kombinaci je možné sestavit požadované odstupňování převodů. [4]

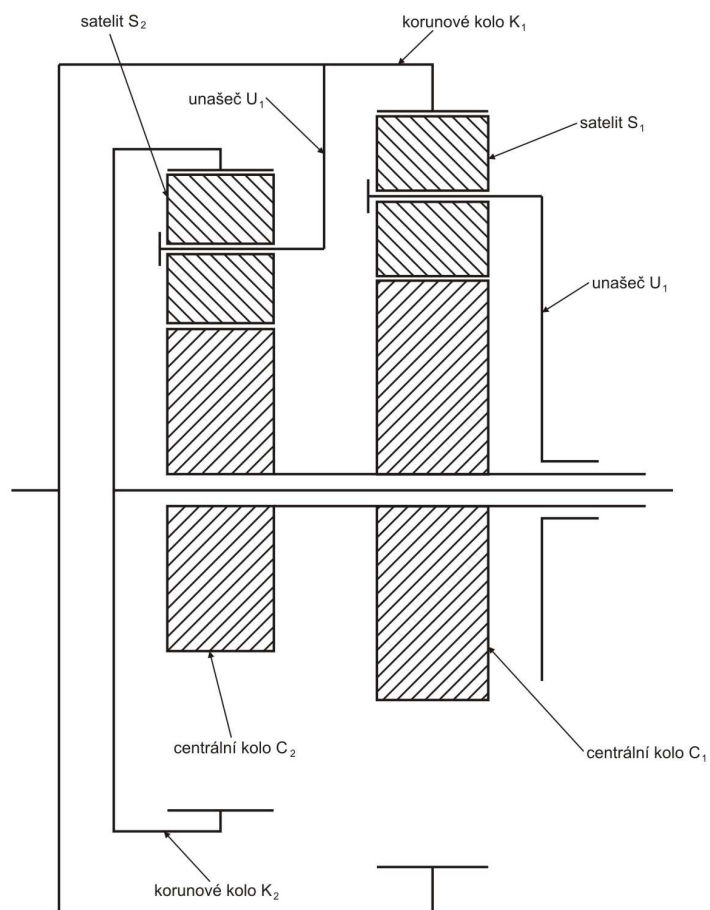
Jednotlivé kombinace jsou pojmenovány podle svých objevitelů. Wilsonův převod se skládá ze tří planetových soukolí, kde jsou spolu pevně spojeny první korunové kolo, druhý unašeč a třetí korunové kolo. Pohon dopředných rychlostí se provádí přes dvojnásobné korunové kolo (druhé a třetí korunová kola jsou spolu spojeny).



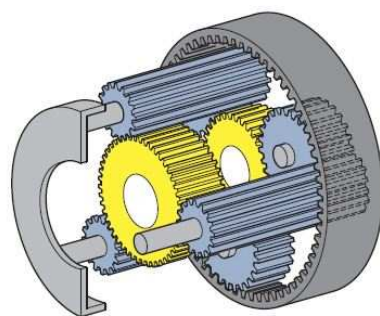
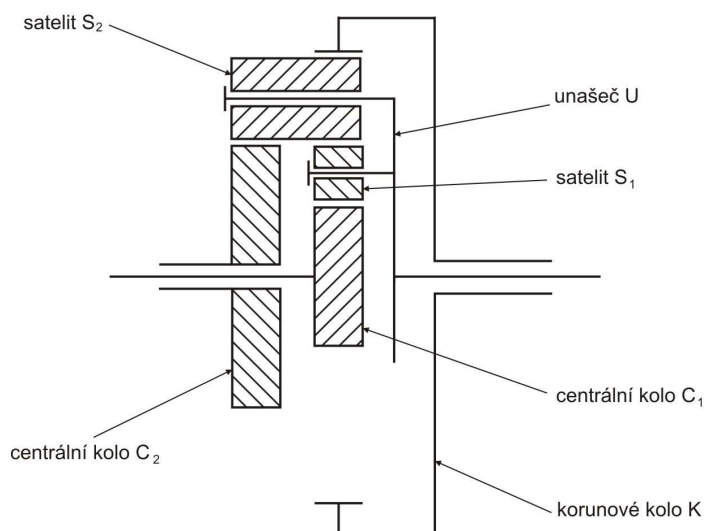
Obr. 7 Schéma planetového soukolí typu Wilson [10]

Simpsonův převod se používá spíše u tří rychlostních převodovek. Skládá se ze dvou planetových soukolí se společným centrálním kolem. Pevně jsou spolu spojeny unašeč jednoho soukolí, korunové kolo druhého a hnací hřídel. Pohon dopředných rychlostí se provádí přes korunová kola.

Ravigneauxův převod se skládá ze dvou planetových soukolí se společným unašečem. Soukolí má dvě centrální kola, dvě satelitové skupiny a jedno korunové kolo. [8]



Obr. 8 Schéma planetového soukolí typu Simpson [4]

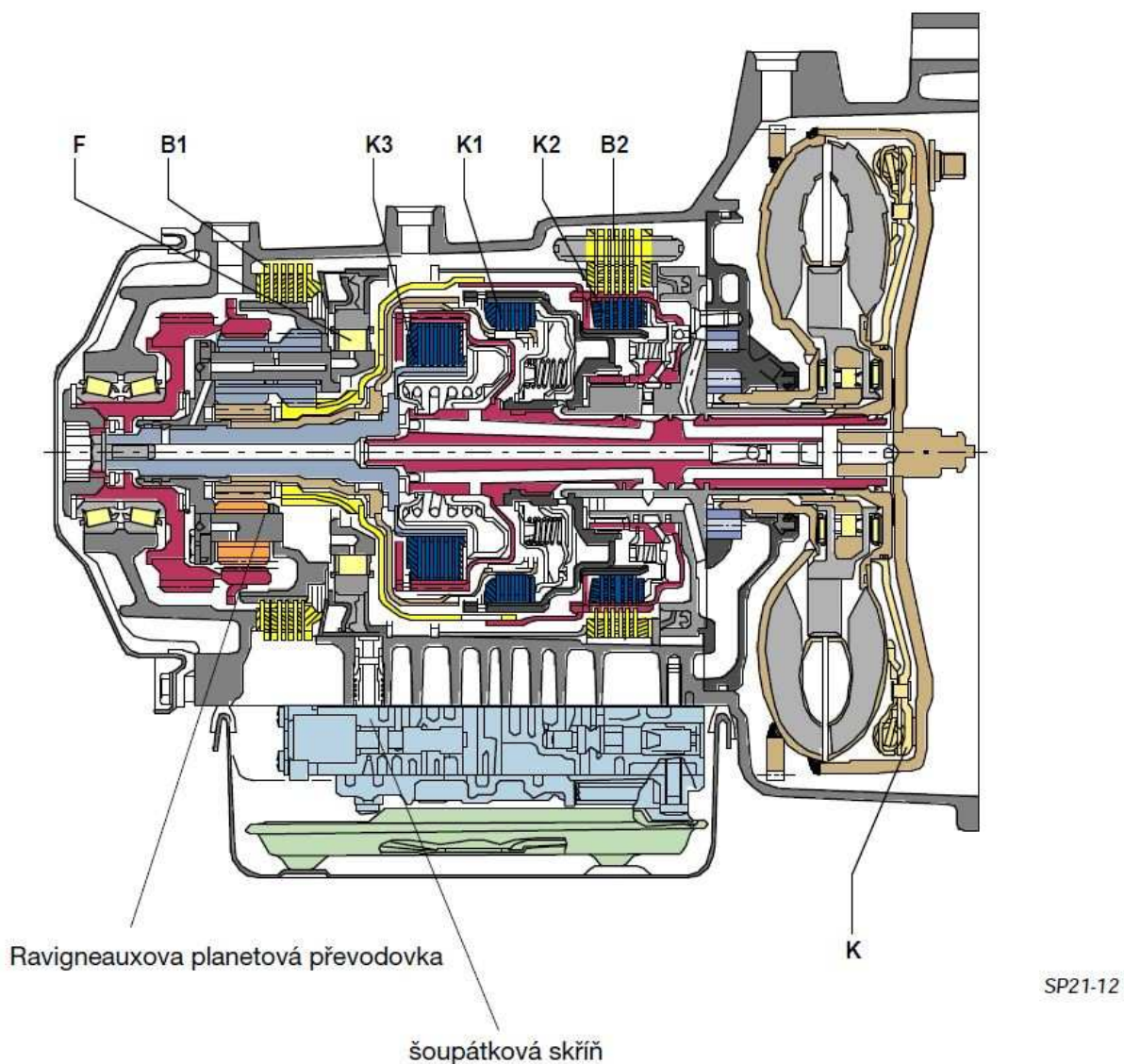


SP20-19

Obr. 9 Schéma planetového soukolí typu Ravigneaux [4] (vlevo),
planetové soukolí typu Ravigneaux [8]

3.2 AUTOMATICKÁ PŘEVODOVKA 01M ŠKODA OCTAVIA

Automatická převodovka 01M se používá ve vozidlech o výkonu 55kW až do 128kW. Mechanická část převodovky pracuje na principu planetové převodovky typu Ravigneaux, má čtyři dopředné rychlosti a jednu zpětnou. Zařazování všech rychlostních stupňů se provádí hydraulicky. Zastavování a pohon centrálních kol a unašeče se provádí spojkami K1, K2 a K3, brzdami B1, B2 a volnoběžkou F. Při předem stanovené zátěži a rychlosti dojde k sepnutí přemostňovací spojky momentového měniče K. Potom se všechny dopředné rychlosti pohání mechanicky.



Obr. 10 Převodovka 01M Škoda Octavia v řezu [9]

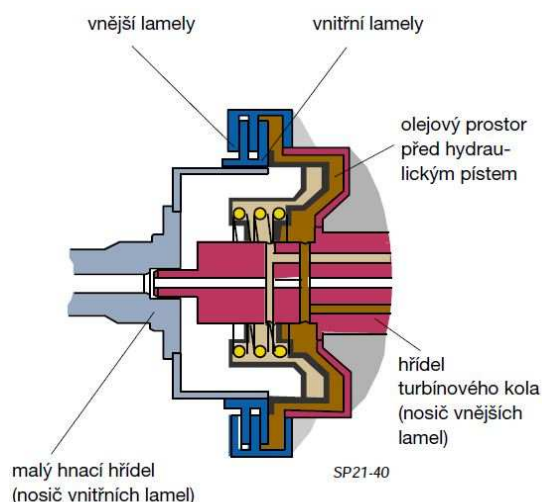
		B1	B2	K1	K2	K3	F	K
R		X			X			
1	H			X			X	
	M			X			X	X
2	H		X	X				
	M		X	X				X
3	H			X		X		
	M			X		X		X
4	H		X			X		
	M		X			X		X

SP21-28

X = sepnuté (aktivní) spojky,
brzdy nebo volnoběžka

H = hydraulicky

M = mechanicky

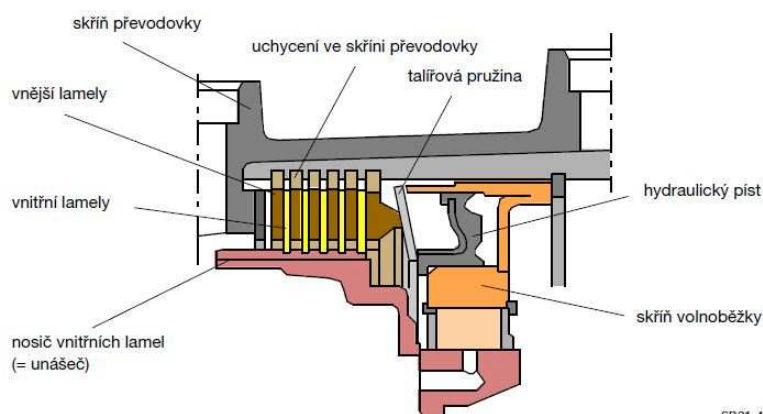


SP21-40

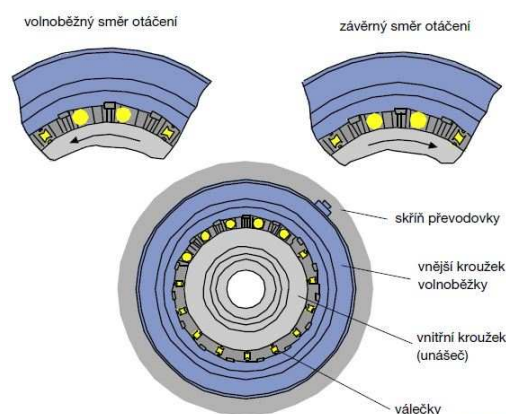
Obr. 11 Přehled řadících prvků při jednotlivých rychlostních stupních [9] (vlevo),
schéma lamelové spojky K1 a K3 [9] (vpravo)

Spojky jsou lamelové. Vnitřní lamely mají třecí vrstvu a na vnitřním průměru drážkování. Vnější lamely jsou drážkované na vnějším průměru.

Brzdy jsou také lamelové. Vnitřní lamely jsou umístěny na rotujícím nosiči lamel a s nosičem jsou spojeny drážkováním. Vnější lamely jsou vně opatřeny profilovým nosem, díky kterému zapadají do drážek ve skříni převodovky.



SP21-41



SP21-42

Obr. 12 Schéma brzdy B1 [9] (vlevo), volnoběžka [9] (vpravo)

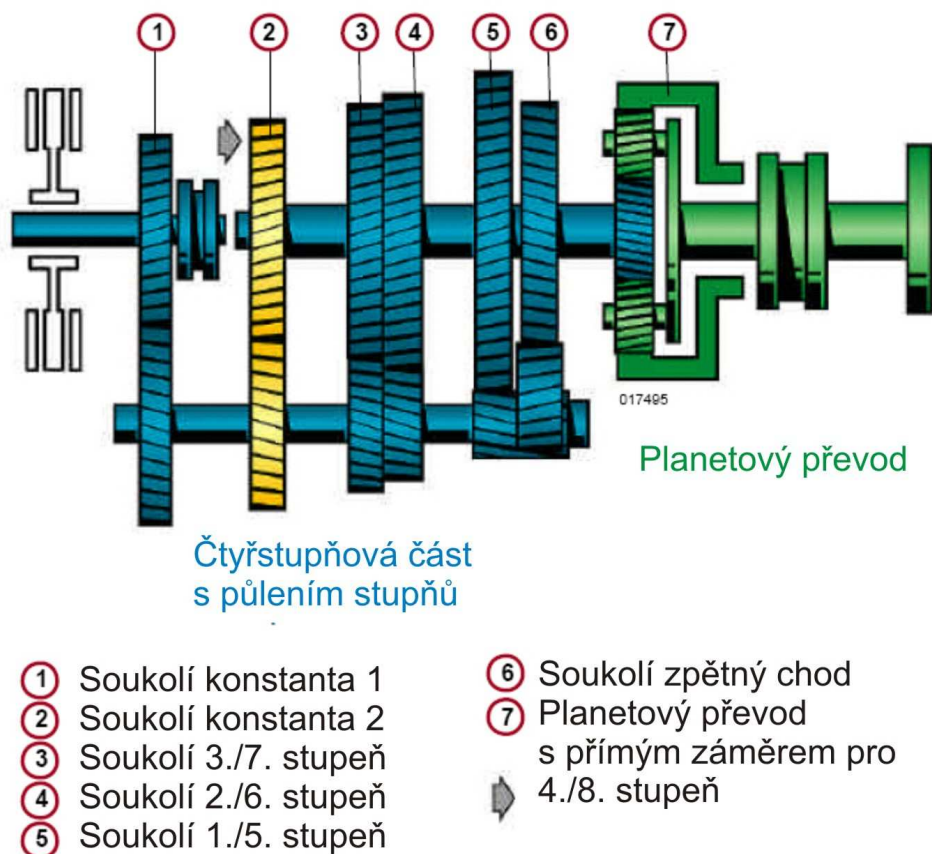
Volnoběžka je válečková a společně s řadícími prvky slouží k optimalizaci řazení podle zátěže. [9]

3.3 PLANETOVÁ SOUKOLÍ V MANUÁLNÍCH PŘEVODOVKÁCH

Planetová soukolí mohou být v manuálních převodkách použity např. jako přídatné převodovky nebo jako mechanismy pro zařazení zpětného chodu.

Výrobce převodovek ZF využívá planetový převod v modelové řadě manuálních převodovek pro nákladní automobily ZF – Ecosplit.

Převodovky Ecosplit se skládají ze základní čtyřstupňové části s předřazeným půlením převodových stupňů a z planetového převodu. Planetovým převodem se základní 4 stupně vpřed znásobí na 8. Půlením těchto osmi převodových stupňů se dosahuje výsledných jemně odstupňovaných 16 stupňů vpřed a 2 chody zpětné.



Obr. 13 Schematické uspořádání převodovky ZF - Ecosplit [26]

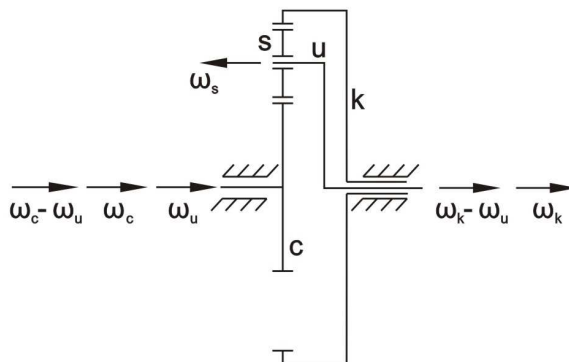
4 METODY VÝPOČTU PŘEVODOVÝCH ČÍSEL JEDNODUCHÉHO PLANETOVÉHO SOUKOLÍ

4.1 METODA FIKTIVNÍ ZÁMĚNY PLANETOVÉHO SOUKOLÍ ZA SOUKOLÍ PŘEDLOHOVÉ

Tato metoda je popsána ve skriptech Části strojů 2. díl [2].

Metoda je založena na změně stanoviště pozorovatele kinematického stavu. Úhlové rychlosti hlavních hřídelů se standardně uvažují vzhledem k rámu, kdežto po záměně planetového soukolí je pozorovatel na unašeci a soukolí vidí jako předlohové. Úhlové rychlosti jsou potom relativní rychlosti vůči unašeci. Převodový poměr takto zavedeného předlohového soukolí představuje kinematickou vazbu planetového soukolí.

Prvním krokem je zavedení kladného smyslu úhlových rychlostí.



Obr. 14 Schéma jednoduchého planetového soukolí [2]

V druhém kroku si představíme, jako bychom stáli na unašeci a pozorujeme, jak se ozubená kola otáčejí. Ve třetím kroku píšeme kinematickou vazbu:

$$\frac{\omega_c - \omega_u}{\omega_k - \omega_u} = \frac{z_s}{z_c} \cdot \left(-\frac{z_k}{z_s} \right) = -\frac{z_k}{z_c} \quad (1)$$

kde na levé straně vystupuje převodový poměr:

$$i = \frac{\omega_{vstup}}{\omega_{výstup}} \quad (2)$$

a na pravé straně se nachází převodový poměr mezi centrálním kolem a satelitem a převodový poměr mezi satelitem a korunovým kolem, přičemž záporné znaménko

znamená, že mezi jednotlivými ozubenými koly nesouhlasí námi zavedené kladné směry otáčení.

Zastavením korunového nebo centrálního kola odebereme jeden stupeň volnosti a vznikne nám planetový mechanismus.

Při $\omega_k=0$ vyjde z (1):

$$\frac{\omega_c - \omega_u}{-\omega_u} = -\frac{z_k}{z_c} \quad (3)$$

po úpravě získáme převodový poměr z centrálního kola na unašeč při zastaveném korunovém kole:

$$i_{cu}^k = \frac{\omega_c}{\omega_u} = \frac{z_k}{z_c} + 1 \quad (4)$$

Pokud by byl poháněným členem unašeč, vyjde ze vztahu (3):

$$i_{uc}^k = \frac{\omega_u}{\omega_c} = \frac{z_c}{z_k + z_c} \quad (5)$$

Při $\omega_c=0$ vyjde z (1):

$$\frac{-\omega_u}{\omega_c - \omega_u} = -\frac{z_k}{z_c} \quad (6)$$

Po úpravě získáme převodový poměr z korunového kola na unašeč při zastaveném centrálním kole:

$$i_{ku}^c = \frac{\omega_k}{\omega_u} = \frac{z_c}{z_k} + 1 \quad (7)$$

Pokud by byl poháněným členem unašeč, vyjde ze vztahu (6):

$$i_{ku}^c = \frac{\omega_u}{\omega_k} = \frac{z_k}{z_c + z_k} \quad (8)$$

4.1.1 Výpočet převodových čísel pro model

Výchozí hodnoty: $z_c=18$, $z_s=33$, $z_k=84$

Převodový poměr z centrálního kola na korunové kolo při zastaveném unašeči:

$$i_{ck}^u = \frac{\omega_c}{\omega_k} = -\frac{z_k}{z_c} = -4,666 \quad (9)$$

Převodový poměr z korunového kola na centrální kolo při zastaveném unašeči:

$$i_{kc}^u = \frac{\omega_k}{\omega_c} = -\frac{z_c}{z_k} = -0,214 \quad (10)$$

Převodový poměr z centrálního kola na unašeč při zastaveném korunovém kole:

$$i_{cu}^k = \frac{\omega_c}{\omega_u} = \frac{z_k}{z_c} + 1 = 5,666 \quad (11)$$

Převodový poměr z unašeče na centrální kolo při zastaveném korunovém kole:

$$i_{uc}^k = \frac{\omega_u}{\omega_c} = \frac{z_c}{z_k + z_c} = 0,176 \quad (12)$$

Převodový poměr z korunového kola na unašeč při zastaveném centrálním kole:

$$i_{ku}^c = \frac{\omega_k}{\omega_u} = \frac{z_c}{z_k} + 1 = 1,214 \quad (13)$$

Převodový poměr z unašeče na korunové kolo při zastaveném centrálním kole:

$$i_{uk}^c = \frac{\omega_u}{\omega_k} = \frac{z_k}{z_c + z_k} = 0,824 \quad (14)$$

4.2 WILLISOVA FORMULE

Tato metoda je popsána ve skriptech Mechanická převodná ústrojí [5].

Metoda využívá záměny mechanismu za náhradní soukolí se zastaveným unašečem. V případě jednoduchého planetového soukolí to znamená, že se změní na převod s nehybnými osami, u kterého můžeme určit převodový poměr pomocí počtu zubů.

Uvažujeme rozdíl rychlostí členů x, z a členů y, z:

$$i_{xy}^z = \frac{\omega_x - \omega_z}{\omega_y - \omega_z} \quad (15)$$

$\omega_y=0$ (ve skutečném mechanismu zastaveno), potom tedy dostáváme:

$$i_{xy}^z = \frac{\omega_x - \omega_z}{-\omega_z} = 1 - \frac{\omega_x}{\omega_z} = 1 - i_{xz}^y \quad (16)$$

Výsledný tvar $i_{xy}^z = 1 - i_{xz}^y$ se nazývá Willisova formule. Využívá se při výpočtu převodových poměrů skutečných mechanismů při znalosti jejich základního parametru. Platí pro všechny členy planetového soukolí.

Pro její použití musí být vždy jeden z členů unašeč. Pokud je unašeč v soukolí nezatížený člen, musí se jednoduché planetové soukolí rozdělit na dva za sebou zapojené převody, kdy v jednom bude unašeč výstupní člen a ve druhém vstupní člen.

Pro zjištění rychlosti třetího členu jednoduchého planetového soukolí musí být zadána rychlost jednoho členu.

4.2.1 Výpočet převodových čísel pro model

Výchozí hodnoty: $z_c=18$, $z_s=33$, $z_k=84$

Převodový poměr z centrálního kola na korunové kolo při zastaveném unašeči:

$$i_{ck}^u = -\frac{z_k}{z_c} = -4,666 \quad (17)$$

Převodový poměr z korunového kola na centrální kolo při zastaveném unašeči:

$$i_{kc}^u = -\frac{z_c}{z_k} = -0,214 \quad (18)$$

Převodový poměr z centrálního kola na unašeč při zastaveném korunovém kole:

$$i_{cu}^k = 1 - i_{ck}^u = 5,666 \quad (19)$$

Převodový poměr z unašeče na centrální kolo při zastaveném korunovém kole:

$$i_{uc}^k = \frac{1}{i_{cu}^k} = 0,176 \quad (20)$$

Převodový poměr z korunového kola na unašeč při zastaveném centrálním kole:

$$i_{ku}^c = 1 - i_{kc}^u = 1,214 \quad (21)$$

Převodový poměr z unašeče na korunové kolo při zastaveném centrálním kole:

$$i_{uk}^c = 1 - i_{uc}^k = 0,824 \quad (22)$$

4.3 VÝSLEDKY VÝPOČTŮ

Výsledky obou metod se shodují. Pro přehlednost jsou uvedeny v tab. 5:

Zastavený člen	Vstupní člen	Výstupní člen	Převodový poměr
Unašeč	Centrální kolo	Korunové kolo	-4,666
Unašeč	Korunové kolo	Centrální kolo	-0,214
Korunové kolo	Centrální kolo	Unašeč	5,666
Korunové kolo	Unašeč	Centrální kolo	0,176
Centrální kolo	Korunové kolo	Unašeč	1,214
Centrální kolo	Unašeč	Korunové kolo	0,824

Tab. 5 Výsledky převodových poměrů pro soukolí v modelu [32]

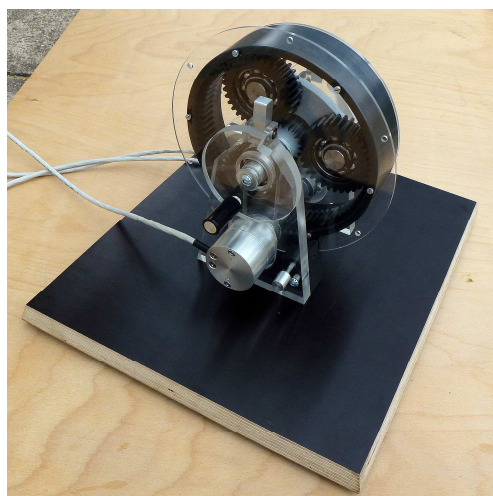
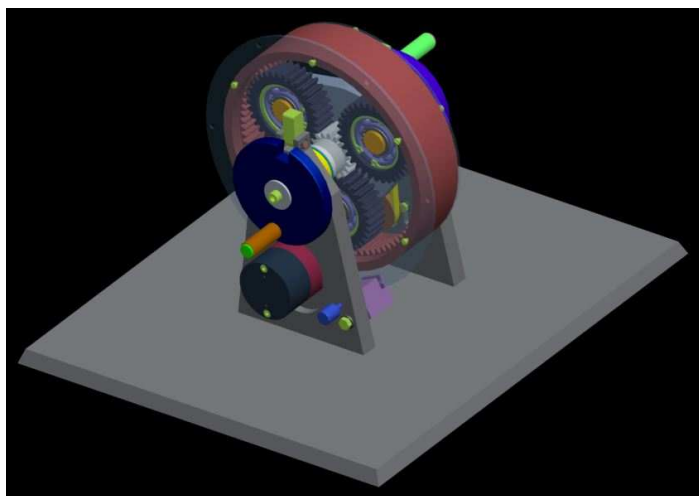
5 MODEL PLANETOVÉHO SOUKOLÍ

Výchozím prvkem návrhu modelu byly komponenty: centrální kolo, korunové kolo, unašeč a satelity z jednoduchého planetového soukolí od firmy AGRA-BOHEMIA a.s., která použité soukolí využívá ve své modelové řadě malých převodovek. Malé převodovky jsou využívány pro potřeby redukování otáček při přenášeném krouticím momentu nepřevyšujícím 400Nm.



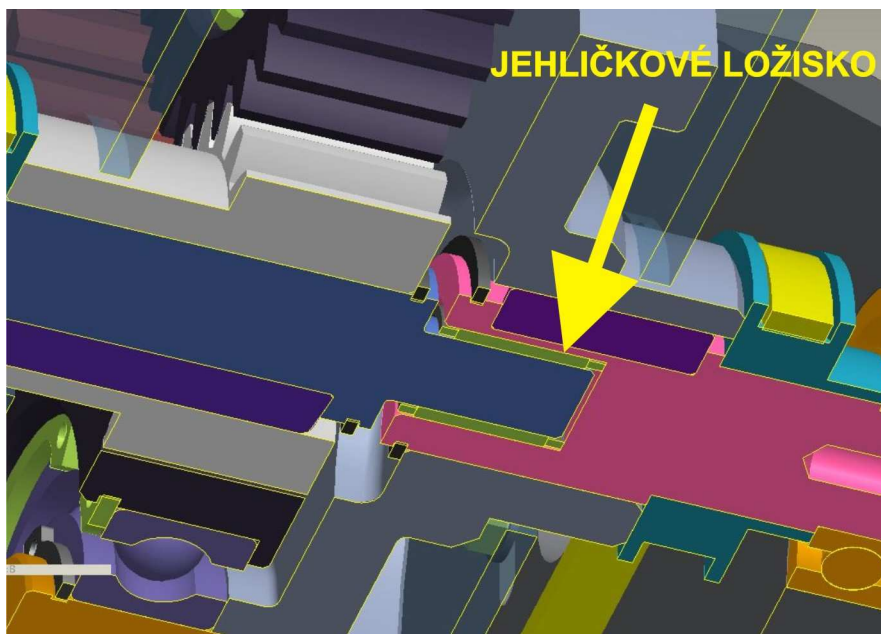
*Obr. 15 Výchozí jednoduché planetové soukolí [32] (vlevo),
model malé převodovky AGRA-BOHEMIA, a.s. [32] (vpravo)*

Soukolí je uloženo v rámu, který tvoří deska a dva boční díly vyrobené z čirého plexiskla pro zachování přehlednosti modelu.



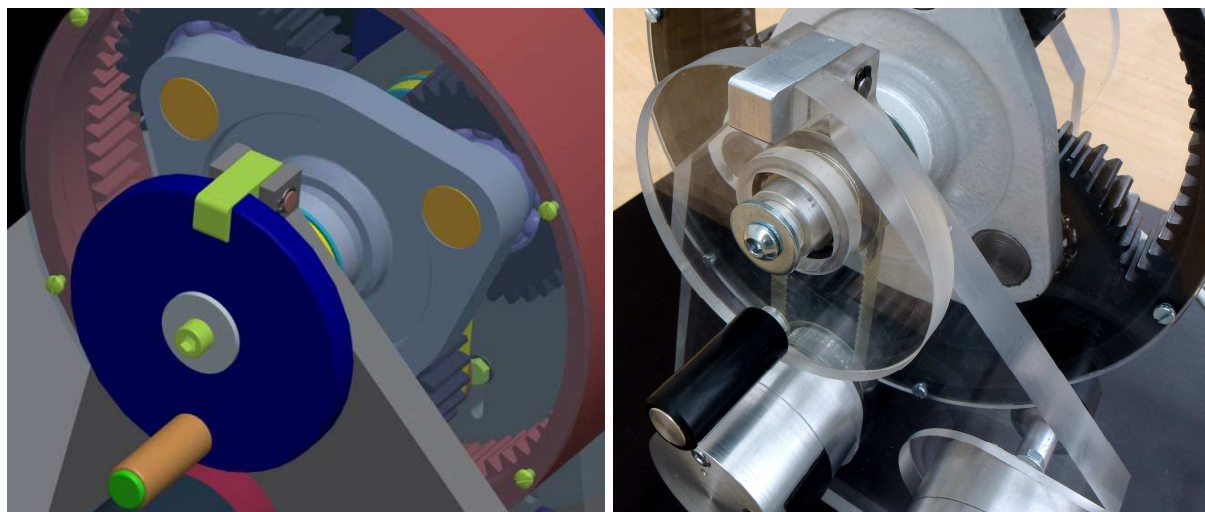
*Obr. 16 Návrh modelu v programu Pro/Engineer [32] (vlevo),
fotografie zhotoveného modelu [32] (vpravo)*

Souosost hlavních hřídelů je zajištěna vložení hřídelů do sebe společně s vloženým jehličkovým ložiskem, které umožňuje jejich vzájemný rotační pohyb.

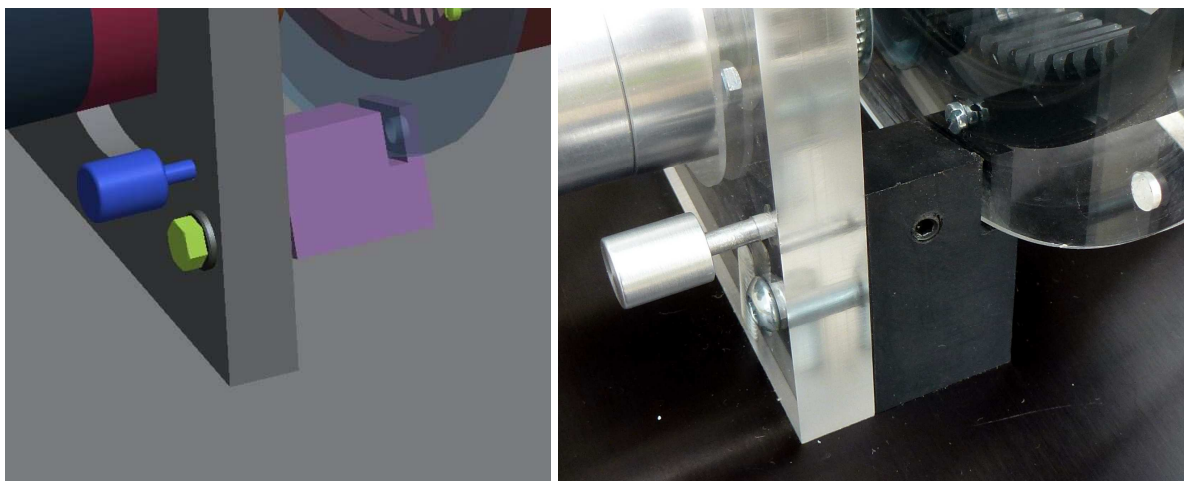


Obr. 17 Řez 3D modelu [32]

Možnost zastavování hlavních hřídelů zajišťují dvě západky, kterými je možné zablokovat hřídele centrálního kola a unašeče. Korunové kolo se zastavuje zasunutím čepu do otvorů na okraji obvodu krycího plexiskla na korunovém kole. Tvar a umístění brzdy korunového kola současně brání pohybu korunového kola v axiálním směru.

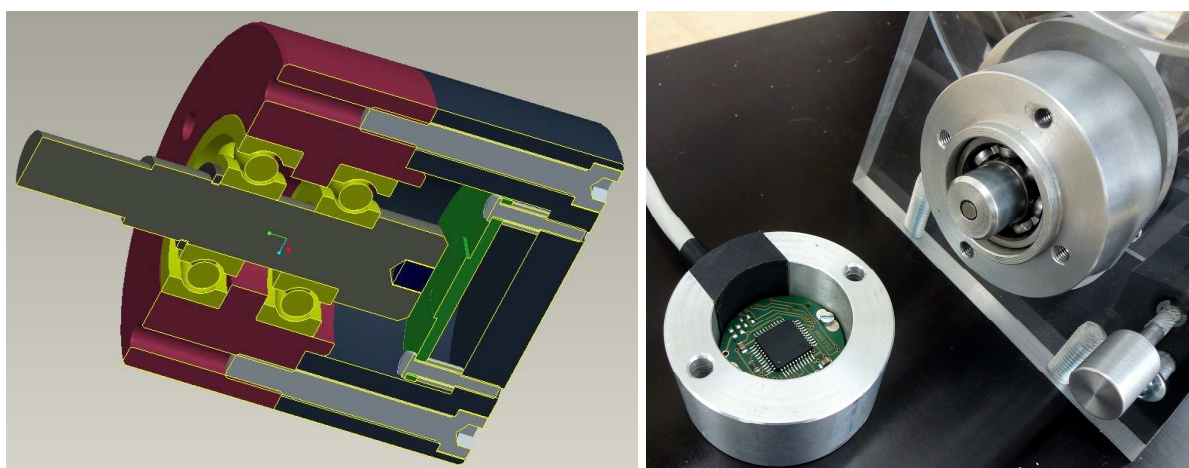


Obr. 18 Návrh zastavení hřídele [32] (vlevo), fotografie zastavení hřídele [32] (vpravo)



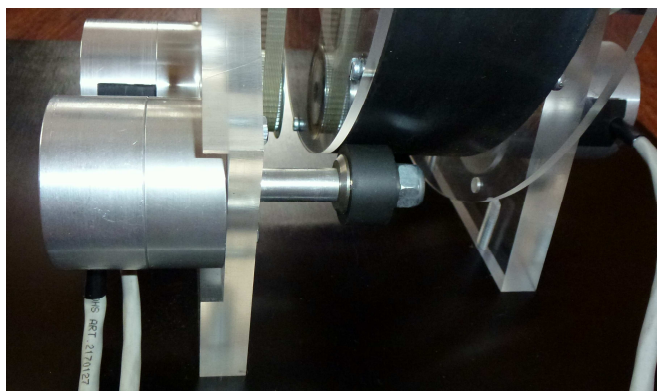
Obr. 19 Návrh zastavení korunového kola [32] (vlevo),
fotografie zastavení korunového kola [32] (vpravo)

Snímání otáček zajišťují úhlové magnetické snímací moduly RLS RMB 30
zastavěné do navržených snímačů otáček.



Obr. 20 Návrh snímače [32] (vlevo), fotografie snímače [32] (vpravo)

Otáčky hlavních hřídelí jsou přenášeny na hřídel snímače ozubeným řemenovým převodem. Otáčky korunového kola se přenášejí valením malého pryžového kolečka umístěného na hřídeli snímače korunového kola.



Obr. 21 Snímač korunového kola [32]



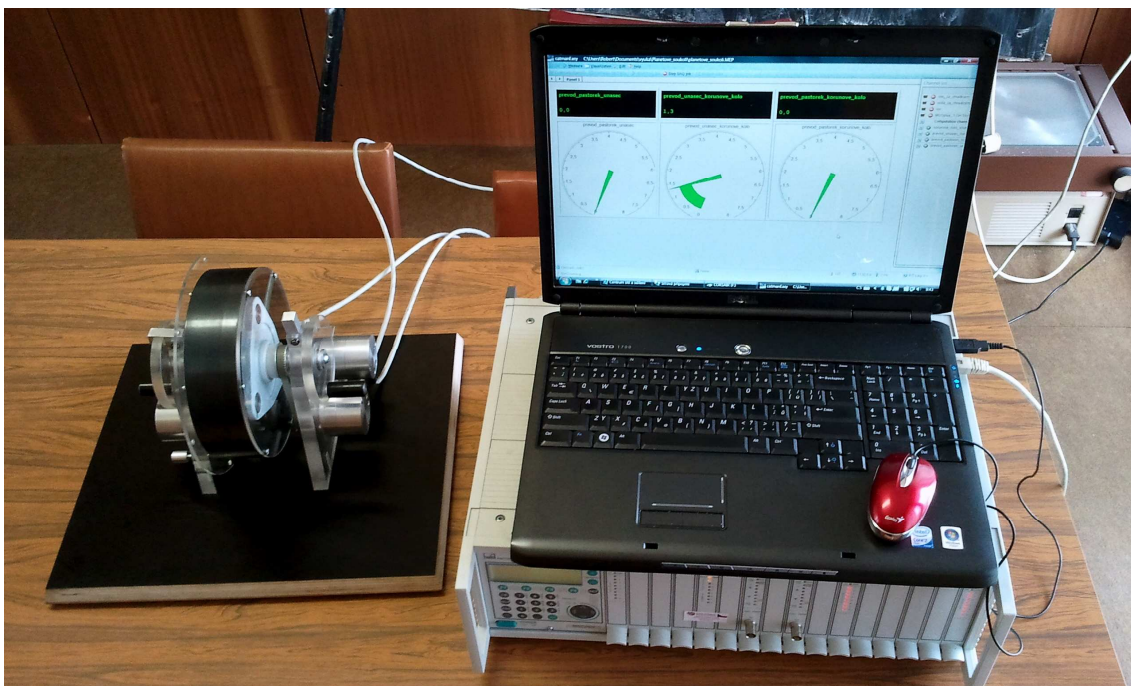
Obr. 22 Fotografie zhotoveného modelu [32]

5.1 SNÍMÁNÍ OTÁČEK JEDNOTLIVÝCH ČLENŮ

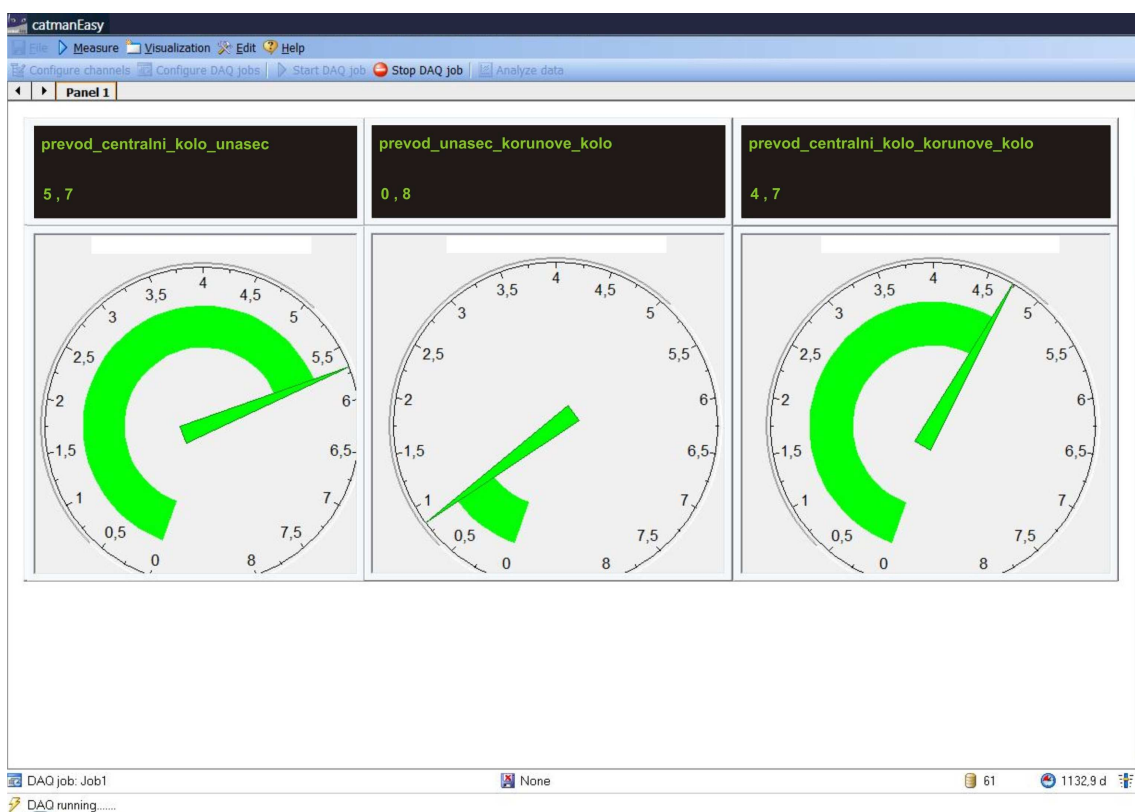
Zastavěné snímací moduly RLS RMB 30 je možné připojit k měřicí ústředně MGCplus, ze které lze snímané otáčky načítat v počítači v softwaru Catman Easy. Po správné konfiguraci umožňuje software výpočet převodových poměrů ze snímaných otáček v reálném čase.



Obr. 23 Měřicí ústředna MGCplus [32]



Obr. 24 Výsledné pracoviště: model, měřící ústředna, počítač s Catman Easy [32]



Obr. 25 Zobrazené převodové poměry v Catman Easy [32]

Zobrazené převodové poměry jsou na obr. 24 zaokrouhleny na jedno desetinné místo a shodují se s vypočtenými hodnotami obou metod uvedenými v kapitole č. 4.

6 ZÁVĚR

Planetová soukolí jsou vhodným řešením v místech, kde jsou kladeny vysoké požadavky na kompaktnost konstrukce, vysokou účinnost a tichý chod. Velkou výhodou může být také souosost vstupního a výstupního hřídele a nízké zatížení ložisek hlavních hřídelů soukolí. Na druhou stranu je při návrhu převodu potřeba zvážit i větší složitost převodovky, složitější výrobu a ve výsledku i vyšší cenu.

Rozbor použití planetových převodovek ukazuje široké možnosti jejich uplatnění v různých odvětvích současného průmyslu, jako jsou mobilní pracovní stroje, stacionární aplikace, větrné elektrárny, obráběcí stroje, mechatronické systémy a automobilový průmysl. V automobilech se planetové převodovky využívají v automatických a manuálních převodovkách, v rozvodovkách jako soukolí diferenciálů nebo jako redukce v kolech hnací nápravy. V praxi tedy v mnoha případech převyšují jejich výhody.

Rozbor metod výpočtu převodových čísel ukazuje využití metody fiktivní záměny planetového soukolí za soukolí předlohou a metody s využitím Willisovy formule. Obě metody jsou užitečným nástrojem při návrhu planetových soukolí.

Studenti mají s pochopením problematiky planetových soukolí často potíže, protože změny uspořádání vstupů a výstupů společně se změnou převodových poměrů jsou při studiu poměrně náročné na představivost.

Vytvořil jsem 3D návrh modelu planetového soukolí v programu Pro/Engineer, pak jsem pokračoval tvorbou výkresové dokumentace, podle které byly vyrobeny všechny potřebné součásti a následně byl sestaven výsledný model. Ten bude pomáhat k lepšímu pochopení oné problematiky.

Použité planetové soukolí pochází ze skutečné převodovky AGRA-BOHEMIA. Použitím dílů z čirého plexiskla je vidět na pohyb všech členů planetového soukolí. Studenti si mohou díky variabilnímu zastavování jednotlivých členů soukolí interaktivně převody vyzkoušet. S použitím softwaru Catman Easy je možné ze snímaných otáček členů prakticky ověřit vypočítané hodnoty převodových čísel.

Tvorbou vlastního návrhu a následným předáváním součástí do výroby jsem získal nové zkušenosti ze strojírenské praxe.

Seznam použité literatury

- [1] Pešík, L.: Části strojů 1. díl, 3. doplněné vydání, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2008, ISBN 978-80-7372-319-4
- [2] Pešík, L.: Části strojů 2. díl, 3. doplněné vydání, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2008, ISBN 978-80-7372-320-0
- [3] Pustka, Z.: Základy konstruování (Tvorba technické dokumentace), 3. vydání, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2007, ISBN 978-80-7372-270-8
- [4] Vlk, F.: Převodová ústrojí motorových vozidel, 2. vydání, Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2003, ISBN 80-239-0025-0
- [5] Tůmová, G.: Mechanická převodná ústrojí, 1. vydání, Technická univerzita v Liberci, Liberec 1999, ISBN 80-7083-365-3
- [6] Šejvl, M.: Theorie a výpočty ozubených kol 1. díl, Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1957
- [7] Leinveber J., Vávra P.: Strojnické tabulky, Scientia, spol. s r.o. pedagogické nakladatelství, Praha 1996, ISBN 80-7183-008-9
- [8] Škoda auto a.s.: Automatická převodovka - Service 20
- [9] Škoda auto a.s.: Automatická převodovka 01M – Service 21
- [10] Šalamoun, Č.: Motorová vozidla IV, České vysoké učení technické v Praze, Praha 1991
- [11] ZF: ZF – Ecosplit, katalog
- [12] Boschrexroth.com - http://www.boschrexroth.com/mobile-hydraulics-catalog/images/internet/images/GFT_Foto-web.jpg [online 18.5.2011]
- [13] Boschrexroth.com - http://www.boschrexroth.com/mobile-hydraulics-catalog/images/internet/images/GMH_Foto-web.jpg [online 18.5.2011]
- [14] Boschrexroth.com - http://www.boschrexroth.com/mobile-hydraulics-catalog/images/internet/images/GPV_Foto-web.jpg [online 18.5.2011]
- [15] Boschrexroth.com - http://www.boschrexroth.com/mobile-hydraulics-catalog/images/internet/images/GFB-pitch_Foto-web.jpg [online 18.5.2011]
- [16] Mmspektrum.com - <http://www.mmspektrum.com/clanek/planetove-prevodovky> [online 18.5.2011]
- [17] Mmspektrum.com - <http://www.mmspektrum.com/clanek/pohony-pro-obrabeci-stroje> [online 18.5.2011]
- [18] Mmspektrum.com - <http://www.mmspektrum.com/clanek/spolehlive-mechatronicke-systemy> [online 18.5.2011]

- [19] Neugart.de -
http://www.neugart.de/design/base/images/produktbilder/PLN_1_big.jpg
[online 18.5.2011]
- [20] Neugart.de -
http://www.neugart.de/design/base/images/produktbilder/WPLN_1_big.jpg
[online 18.5.2011]
- [21] Neugart.de -
http://www.neugart.de/design/base/images/produktbilder/PLFN_1_big.jpg
[online 18.5.2011]
- [22] Buehlermotor.de -
[http://www.buehlermotor.de/C12572D40025EAF8/vwContentByKey/W2775CDB977WEBRDE/\\$FILE/161117.JPG](http://www.buehlermotor.de/C12572D40025EAF8/vwContentByKey/W2775CDB977WEBRDE/$FILE/161117.JPG) [online 18.5.2011]
- [23] Agra-bohemia.cz - http://www.agra-bohemia.cz/download/katalog_prevodovky.pdf [online 18.5.2011]
- [24] Renishaw.cz - <http://www.renishaw.cz/cs/magneticke-rotacni-snimace--9801>
[online 18.5.2011]
- [25] Rls.si - <http://www.rls.si/document/RMB30D01.pdf> [online 18.5.2011]
- [26] Truck-italia-forum.com - <http://www.truck-italia-forum.com/BB3/viewtopic.php?f=51&t=10> [online 18.5.2011]
- [27] Technolab.org -
http://www.technolab.org/img/products/ecoline_automotive/1600.jpg
[online 18.5.2011]
- [28] Technolab.org - <http://www.technolab.org/img/products/thepra/70018000.jpg>
[online 18.5.2011]
- [29] Kmoddl.library.cornell.edu -
<http://kmoddl.library.cornell.edu/stillImages/small/G03.jpg> [online 18.5.2011]
- [30] Bmwblog.com - <http://www.bmwblog.com/wp-content/uploads/p90045903-1600x1200-498x377.jpg> [online 18.5.2011]
- [31] Bmwblog.com - <http://www.bmwblog.com/wp-content/uploads/p90045902-1600x1200-498x377.jpg> [online 18.5.2011]
- [32] Vlastní zdroje

Seznam příloh

Příloha č.1: Instruktažní list k modelu (text+obrázky)

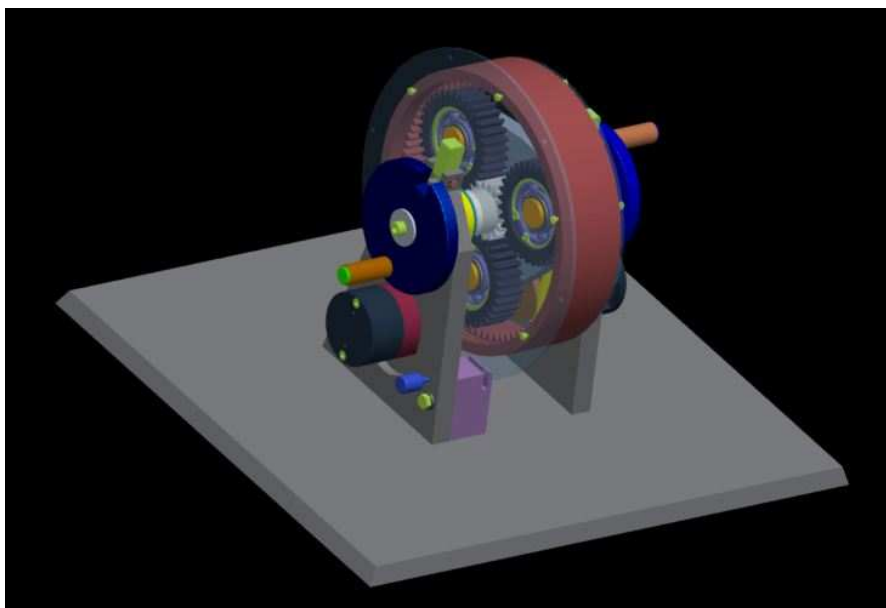
Příloha č.2: Komerční modely planetových soukolí (obrázky)

Příloha č.3: Planetová soukolí v osmistupňové automatické převodovce BMW (obrázky)

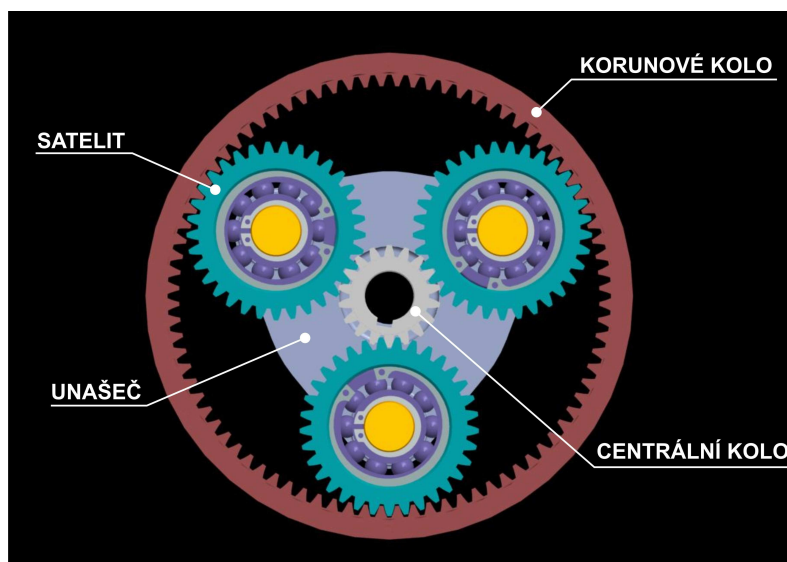
Seznam výkresů

- Výkres č.1: KVM-BP-195-01, Model pl. soukolí
KVM-BP-195-01, Seznam položek 01
KVM-BP-195-01, Seznam položek 02
KVM-BP-195-01, Seznam položek 03
- Výkres č.2: KVM-BP-195-02, Snímač
- Výkres č.3: KVM-BP-195-03, Snímač koruna
- Výkres č.4: KVM-BP-195-02-01, Víko snímače
- Výkres č.5: KVM-BP-195-02-02, Tělo snímače
- Výkres č.6: KVM-BP-195-02-03, Hřídel snímače
- Výkres č.7: KVM-BP-195-03-03, Hřídel snímače
- Výkres č.8: KVM-BP-195-01-01, Plexi01
- Výkres č.9: KVM-BP-195-01-02, Plexi02
- Výkres č.10: KVM-BP-195-01-03, Klika
- Výkres č.11: KVM-BP-195-01-04, Rám bok (brzda)
- Výkres č.12: KVM-BP-195-01-05, Rám bok
- Výkres č.13: KVM-BP-195-01-06, Hřídel centrál
- Výkres č.14: KVM-BP-195-01-07, Hřídel unašeč
- Výkres č.15: KVM-BP-195-01-08, Kroužek
- Výkres č.16: KVM-BP-195-01-09, Čep západka
- Výkres č.17: KVM-BP-195-01-10, Západka
- Výkres č.18: KVM-BP-195-01-11, Čep klika
- Výkres č.19: KVM-BP-195-01-12, Klika – váleček
- Výkres č.20: KVM-BP-195-01-13, Brzda koruny
- Výkres č.21: KVM-BP-195-01-14, Čep brzda
- Výkres č.22: KVM-BP-195-01-15, Rám deska

MODEL PLANETOVÉHO SOUKOLÍ



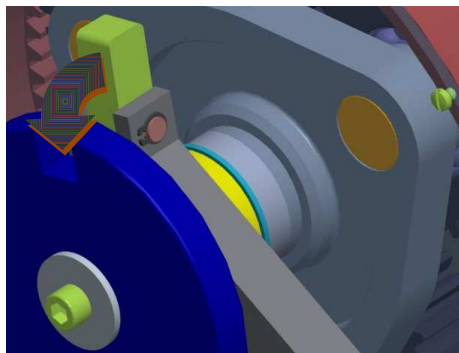
Planetová soukolí jsou z hlediska kinematiky mechanismy s dvěma stupni volnosti. Jedná se tedy o diferenciály. Často jsou ale využívány jako mechanismy s jedním stupněm volnosti, kdy je jeden člen zastaven.



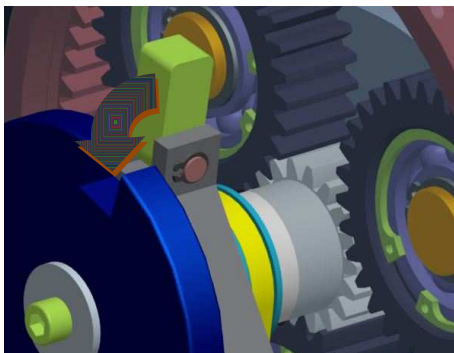
Planetové soukolí se skládá z centrálního kola, korunového kola, unašeče a ze satelitů. Centrální kolo a satelity jsou ozubená kola s vnějším ozubením. Korunové kolo má ozubení vnitřní. Unašeč je nositelem satelitů, který společně s centrálním a korunovým kolem rotuje kolem centrální osy. Satelity se otáčejí kolem své vlastní osy a zároveň kolem osy rotace unašeče – centrální osy.

Jednotlivé převodové stupně se u planetových převodovek dosahují různými kombinacemi vstupů, výstupů a zastavených členů. Na modelu je možné zastavovat členy pomocí dvou západek pro zastavení hlavních hřídelů a korunové kolo se zastavuje postranním čepem podle níže uvedených obrázků:

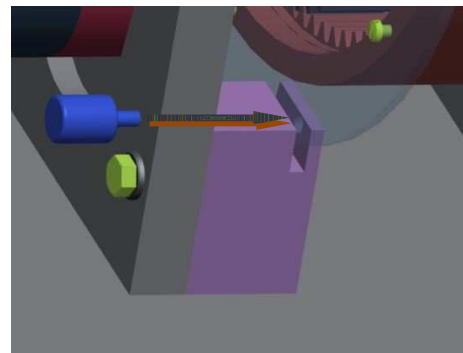
Zastavení hřídele unašeče



Zastavení hřídele centrálního kola



Zastavení korunového kola



V následující tabulce jsou uvedena jednotlivá možná uspořádání:

Zastavený člen	Vstupní člen	Výstupní člen	Převodový poměr	Převod
Centrální kolo	Korunové kolo	Unašeč	1,214	dopomala
Centrální kolo	Unašeč	Korunové kolo	0,824	dorychla
Korunové kolo	Centrální kolo	Unašeč	5,666	dopomala
Korunové kolo	Unašeč	Centrální kolo	0,176	dorychla
Unašeč	Centrální kolo	Korunové kolo	-4,666	dopomala
Unašeč	Korunové kolo	Centrální kolo	-0,214	dorychla

Tabulka počtu zubů kol planetového soukolí:

	Centrální kolo	Korunové kolo	Satelit
Počet zubů	18	84	33

Příloha č.2: Komerční modely planetových soukolí



a [27]

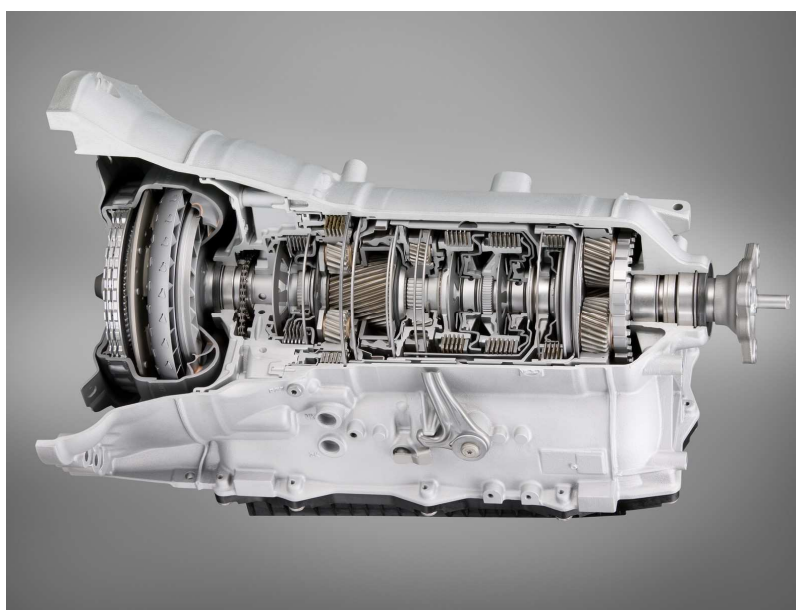


b [28]

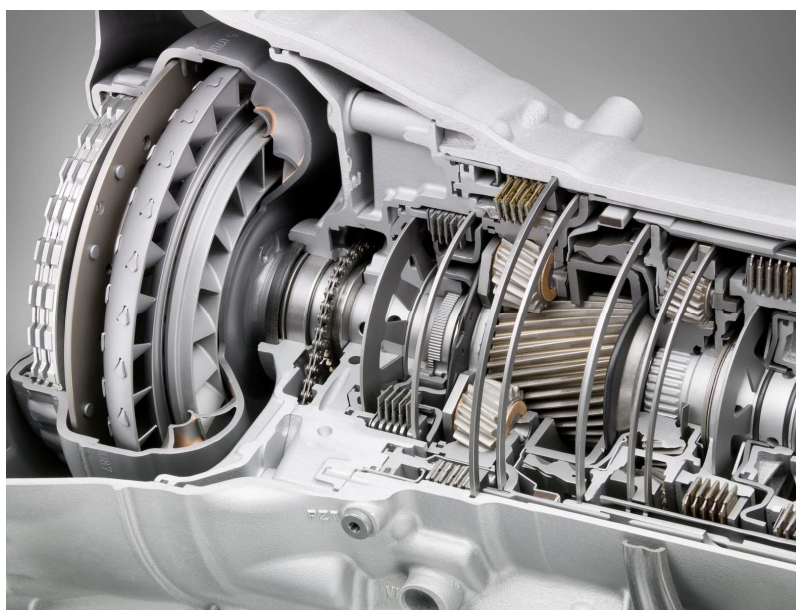


c [29]

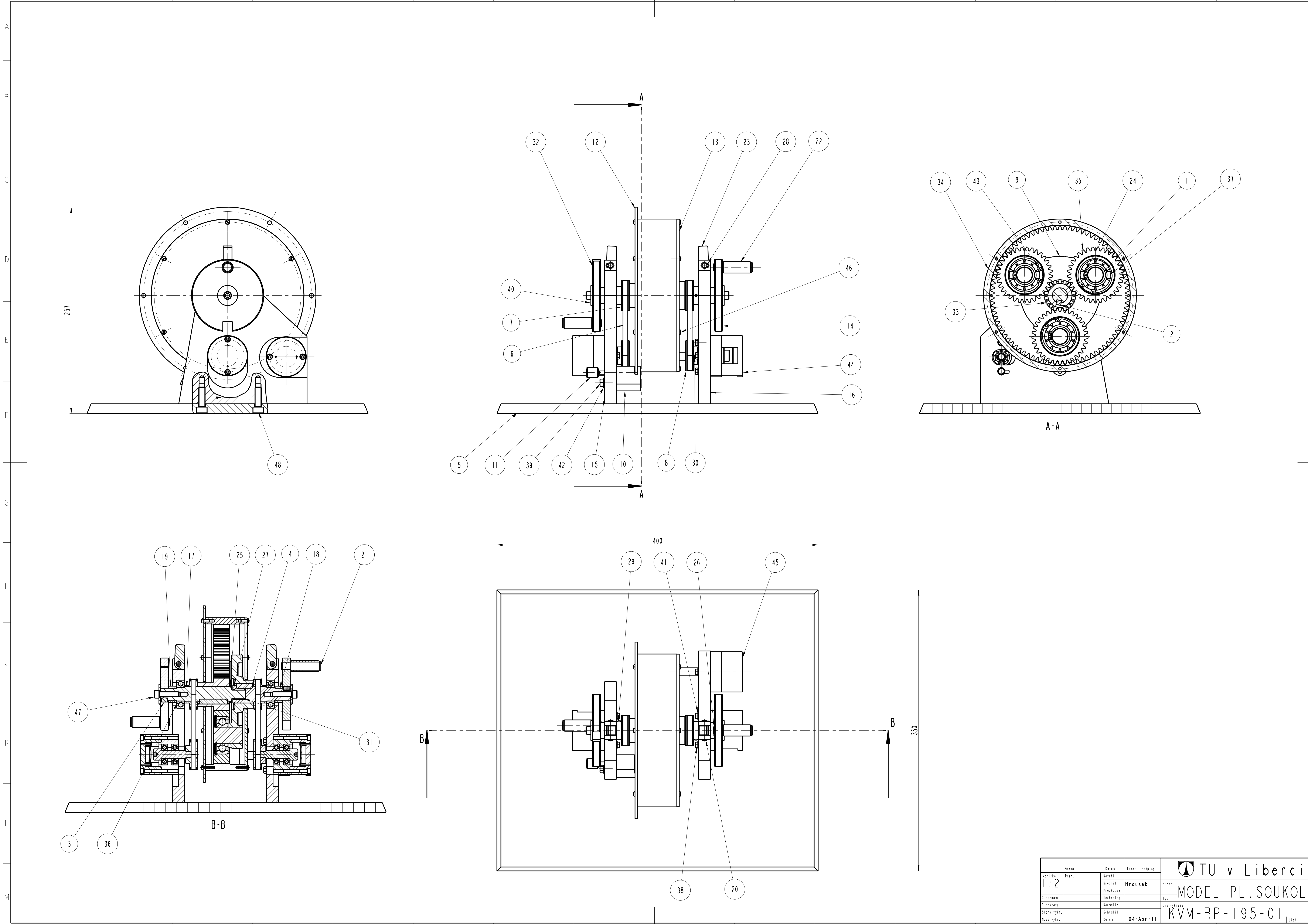
Příloha č.3: Planetová soukolí v osmistupňové automatické převodovce BMW



a [30]




b [31]




Zmena		Datum		Index		Podpis	
Merilka	Paž.	Nazhl	Preslil	Brousek		Název	
1:2		Preslil	Technolog			Typ	
C. seznam		Technolog	Normaliz.			Cis. vykrese	
C. seznam		Normaliz.	Schválil			04-Apr-11	
Stary vykr.		Schválil	Volal			KVM-BP-195-01	
Novy vykr.		Volal				List	

TU v Liberci
MODEL PL. SOUKOLÍ
KVM-BP-195-01


ODK.	OZNAČENÍ	POLOTOVAR	ČÍS. ZÁSOBNÍKU	MN.
	VÝKRES	MATERIÁL	POZNÁMKA	JED.
1	ČEP SATELITU			3
2	PERO 6e7x6x36			1
	ČSN 02 2562	11 600		
3	PERO 5e7x5x8			2
	ČSN 02 2562	11 600		
4	PERO 6e7x6x20			1
	ČSN 02 2562	11 600		
5	RÁM DESKA	DESKA 400x350x20		1
	KVM-BP-195-01-15	PŘEKLIŽKA		
6	OZUBENÝ ŘEMEN 6 T2.5-265			2
7	ŘEMENICE 16 T2.5/40 (VNITŘNÍ DÍRA Ø19)			2
8	ŘEMENICE 16 T2.5/40 (VNITŘNÍ DÍRA Ø8)			2
9	UNAŠEČ			1
10	BRZDA KORUNY	4HR 30_25 ČSN 42 5520		1
	KVM-BP-195-01-13	11 500		
11	CEP BRZDA	TYC Ø13-62 ČSN 42 7510		1
	KVM-BP-195-01-04	42 4201		
12	PLEXI 001	DESKA 225x225x3		1
	KVM-BP-195-01-01	PMMA		
13	PLEXI 002	DESKA 195x195x3		1
	KVM-BP-195-01-02	PMMA		
14	KLIKA	DESKA 95x95x10		1
	KVM-BP-195-01-03	PMMA		
15	RÁM BOK (BRZDA)	DESKA 185x125x15		1
	KVM-BP-195-01-04	PMMA		
16	RÁM BOK	DESKA 162x182x15		1
	KVM-BP-195-01-05	PMMA		
17	HŘÍDEL CENTRAL	TYC Ø20-105 ČSN 42 5510		1
	KVM-BP-195-01-06	11 500		
18	HŘÍDEL UNAŠEČ	TYC Ø24-70 ČSN 42 5510		1
	KVM-BP-195-01-07	11 500		
19	KROUZEK	TYC Ø23-12 ČSN 42 5510		2
	KVM-BP-195-01-08	11 500		
20	ČEP ZÁPADKA	TYC Ø7-27 ČSN 42 5510		2
	KVM-BP-195-01-09	11 500		
21	ČEP KLIKA	TYC Ø13-52 ČSN 42 5510		2
	KVM-BP-195-01-11	11 500		
22	VÁLEČEK KLIKA	TYC Ø16-40		2
	KVM-BP-195-01-12	MURLUBRIC		

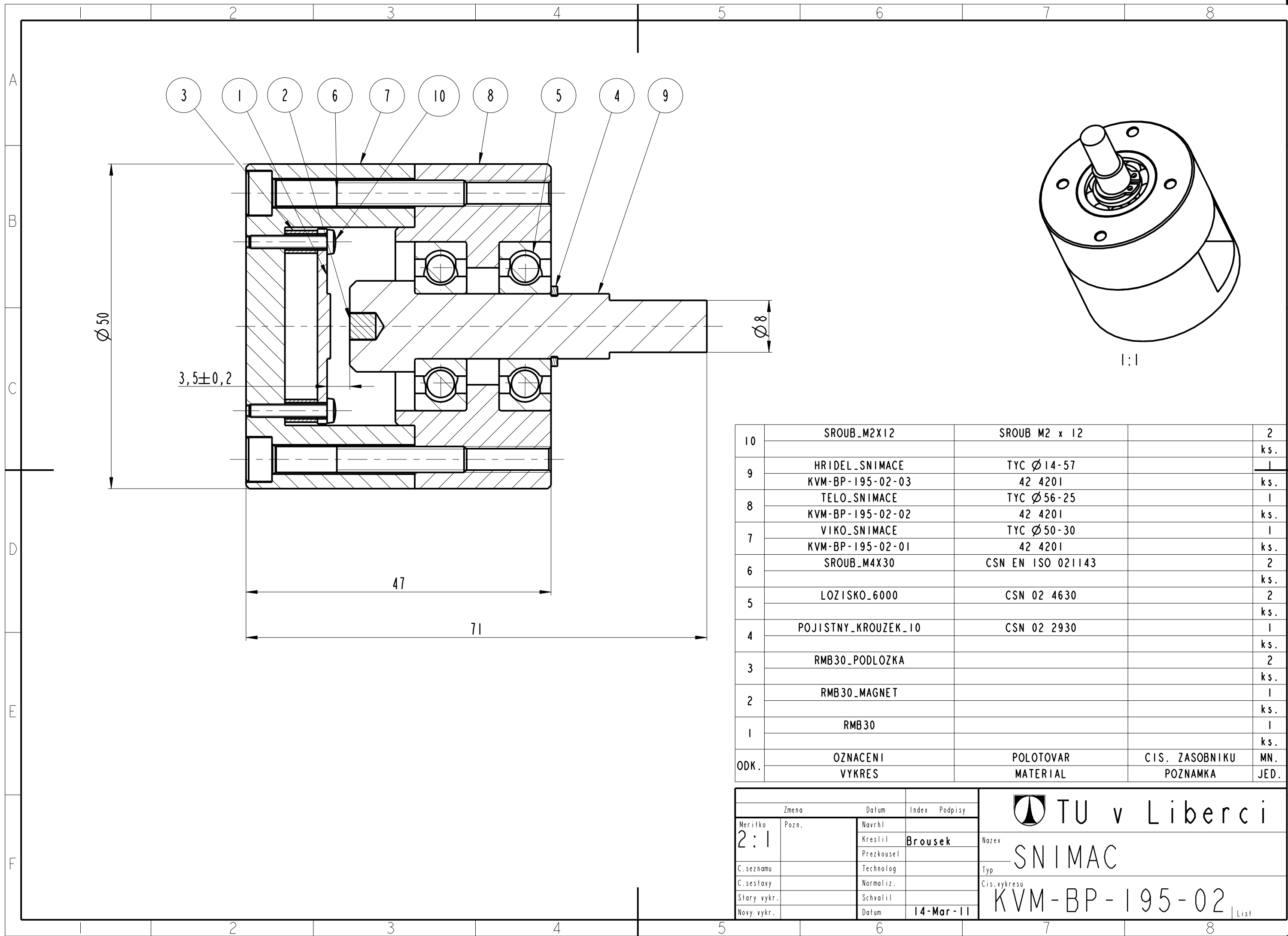
Změna		Datum	Index	Podpisy	 TU v Liberci
Měřítka	Pozn.	Navrhl			
		Kreslil	Břoušek		Název SEZNAM POLOŽEK 01
		Přezkoušel			
Č.seznamu		Technolog			Typ KVM-BP-195-01
Č.sestavy		Normaliz.			
Starý výkr.		Schválil			čís.výkresu KVM-BP-195-01
Nový výkr.		Datum	10 - Apr - 11		
					List

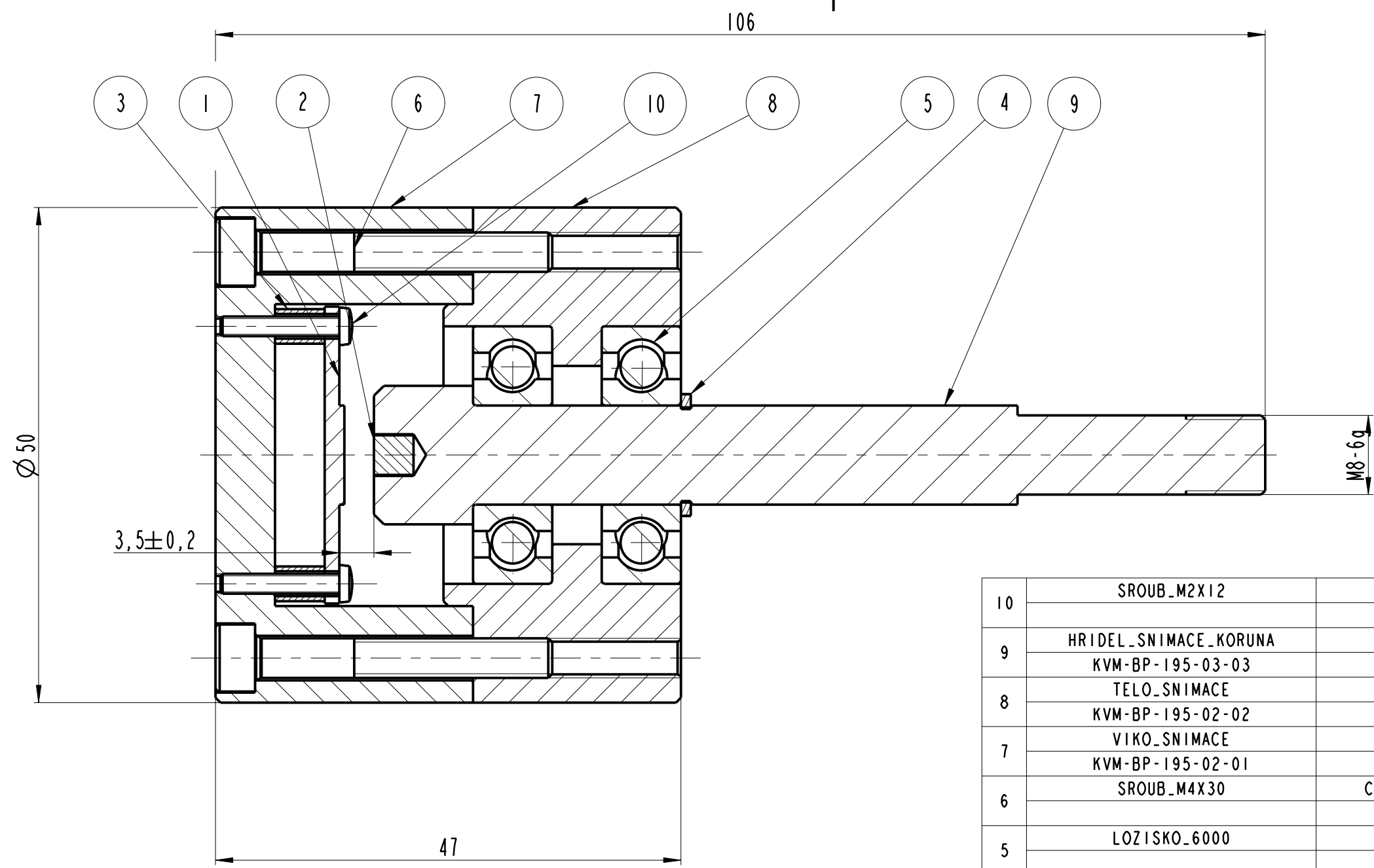
ODK.	OZNAČENÍ	POLOTOVAR	ČÍS. ZÁSOBNÍKU	MN.
	VÝKRES	MATERIÁL	POZNÁMKA	JED.
23	ZÁPADKA	4HR 14-32 ČSN 42 7520		2
	KVM-BP-195-01-10	42 4201		
24	POJISTNÝ KROUŽEK 20			3
	ČSN 02 2930			
25	POJISTNÝ KROUŽEK 19			1
	ČSN 02 2930			
26	POJISTNÝ KROUŽEK 8			2
	ČSN 02 2930			
27	POJISTNÝ KROUŽEK 22			1
	ČSN 02 2930			
28	POJISTNÝ KROUŽEK 6			4
	ČSN 02 2930			
29	ŠROUB M3x3			2
	ČSN 02 1624			
30	ŠROUB M3x8			2
	ČSN 02 1624			
31	LOŽISKO K10x13x16-TV			1
	ISO 3030			
32	KLIKA			1
	KVM-BP-195-01-03			
33	OZUBENÉ KOLO CENTRAL 18			1
34	OZUBENÉ KOLO KORUNA 84			1
35	OZUBENÉ KOLO SATELIT 33			3
36	LOŽISKO 6003			2
	ČSN 02 4630			
37	LOŽISKO 6204			3
	ČSN 02 4630			
38	ŠROUB M4x20			6
	ČSN 02 1391			
39	ŠROUB M6x25			1
	ČSN 02 1391			
40	PODLOŽKA 8			2
	ČSN 02 1729			
41	PODLOŽKA 4			6
	ČSN 02 1702			
42	PODLOŽKA 6			1
	ČSN 02 1702			
43	POJISTNÝ KROUŽEK 47			3
	ČSN 02 2931			
44	SNÍMAČ			2
	KVM-BP-195-02			

Změna			Datum	Index	Podpisy	 TU v Liberci Název SEZNAM POLOŽEK 02 Typ KVM-BP-195-01 čís.výkresu List
Měřítka	Pozn.	Navrhl				
		Kreslil		Břoušek		
		Přezkoušel				
Č.seznamu		Technolog				KVM-BP-195-01 List
Č.sestavy		Normaliz.				
Starý výkr.		Schválil				
Nový výkr.		Datum		10 - Apr - 11		


ODK.	OZNAČENÍ	POLOTOVAR MATERIÁL	ČÍS. ZÁSOBNÍKU POZNÁMKA	MN.
	VÝKRES			JED.
45	SNÍMAČ KORUNA KVM-BP-195-03			1
46	ŠROUB M3x8 ČSN 02 1130			12
47	ŠROUB M6x25 ČSN 02 1143			2
48	ŠROUB M8x25 ČSN 02 1143			4
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				

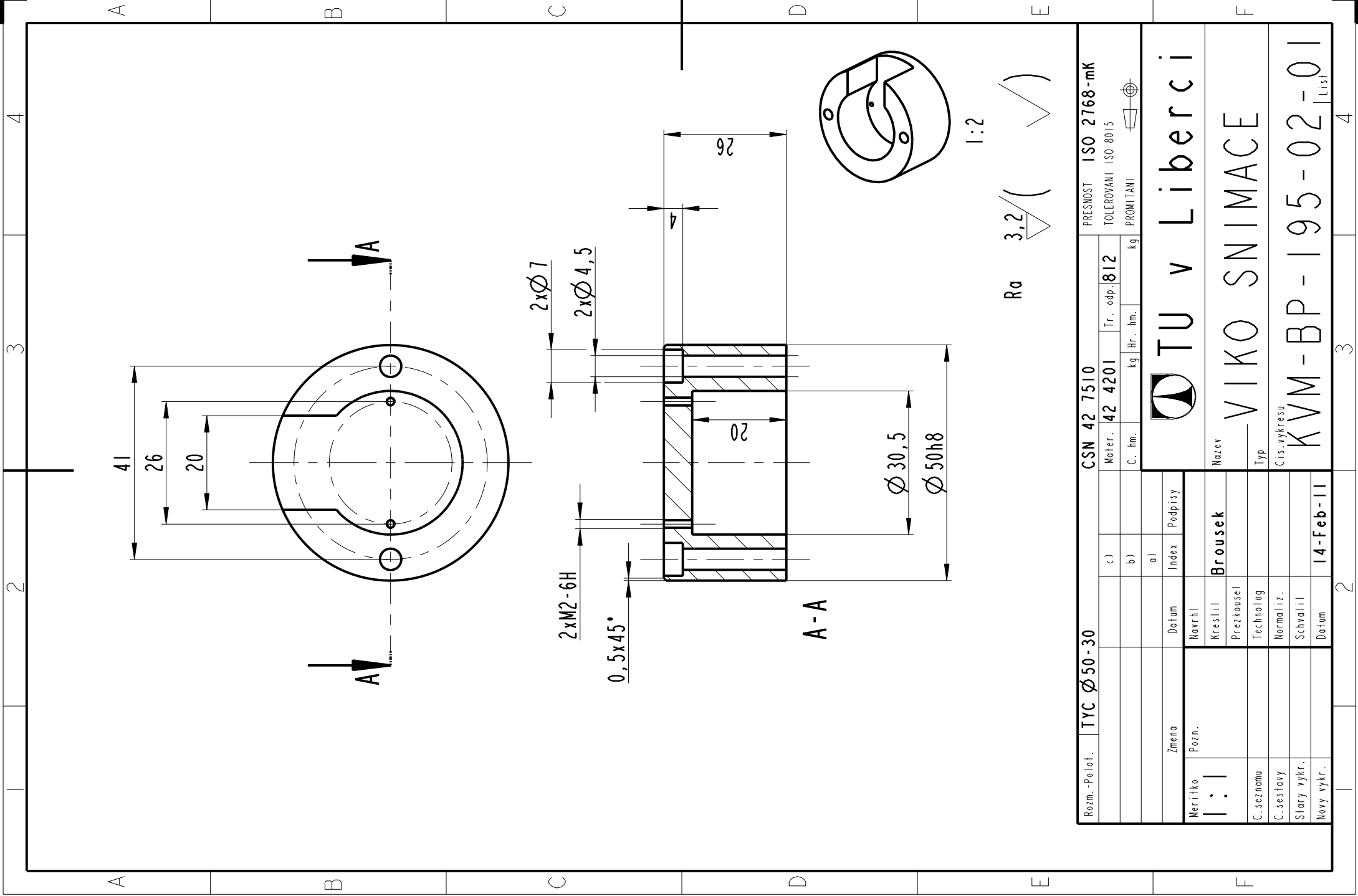
Změna			Datum	Index	Podpisy	 TU v Liberci Název SEZNAM POLOŽEK 03 Typ KVM-BP-195-01 čís.výkresu List
Měřítko	Pozn.	Navrhl				
		Kreslil		Břoušek		
		Přezkoušel				
Č.seznamu		Technolog				
Č.sestavy		Normaliz.				
Starý výkr.		Schválil				
Nový výkr.		Datum		10 - Apr - 11		




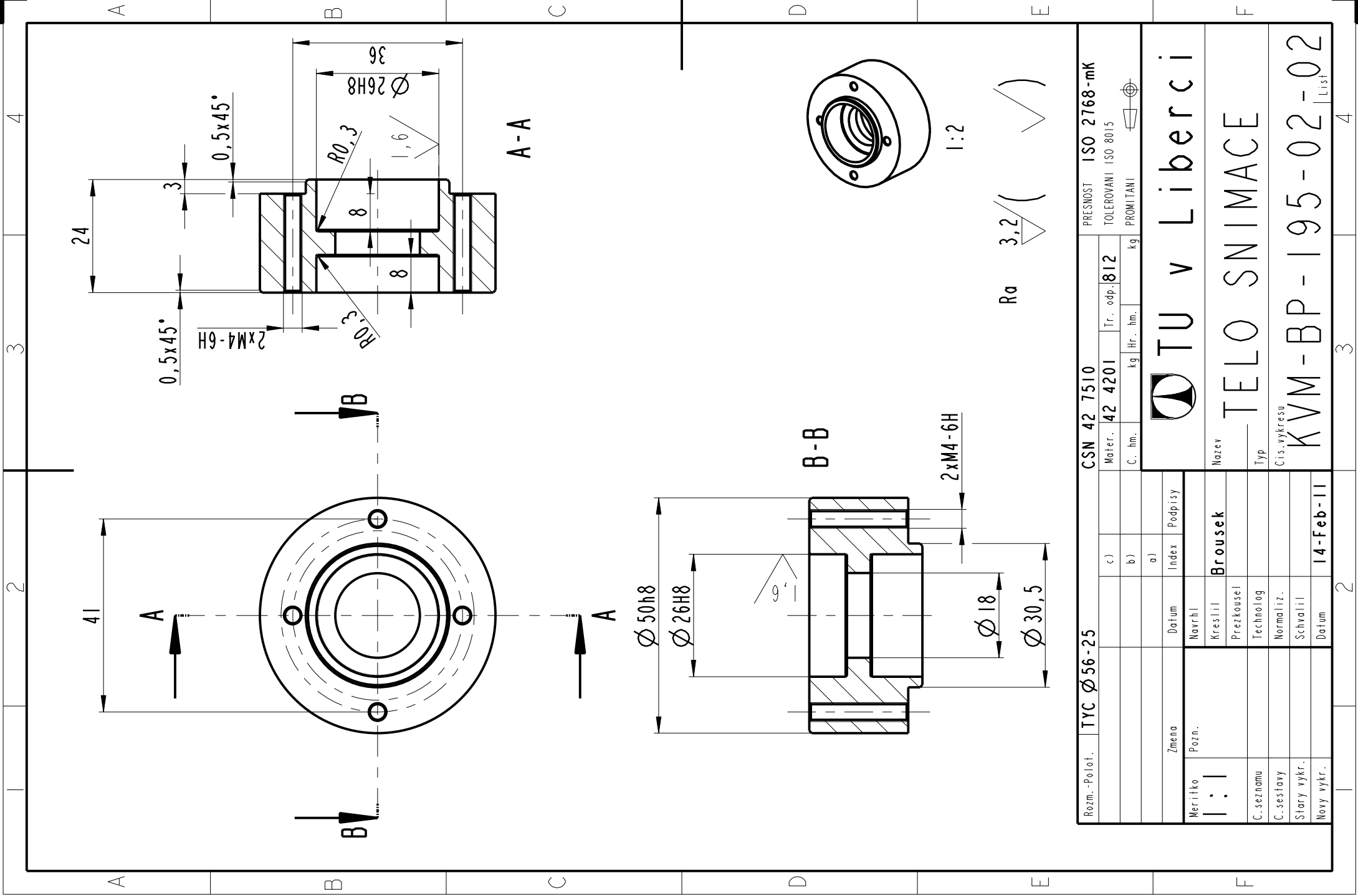




10	SROUB_M2X12	SROUB M2 x 12		2
				ks.
9	HRIDEL_SNIMACE_KORUNA	TYC Ø14-94		1
	KVM-BP-195-03-03	42 4201		ks.
8	TELO_SNIMACE	TYC Ø56-25		1
	KVM-BP-195-02-02	42 4201		ks.
7	VIKO_SNIMACE	TYC Ø50-30		1
	KVM-BP-195-02-01	42 4201		ks.
6	SROUB_M4X30	CSN EN ISO 021143		2
				ks.
5	LOZISKO_6000	CSN 02 4630		2
				ks.
4	POJISTNY_KROUZEK_10	CSN 02 2930		1
				ks.
3	RMB30_PODLOZKA			2
				ks.
2	RMB30_MAGNET			1
				ks.
1	RMB30			1
				ks.
ODK.	OZNACENI	POLOTOVAR	CIS. ZASOBNIKU	MN.
	VYKRES	MATERIAL	POZNAMKA	JED.

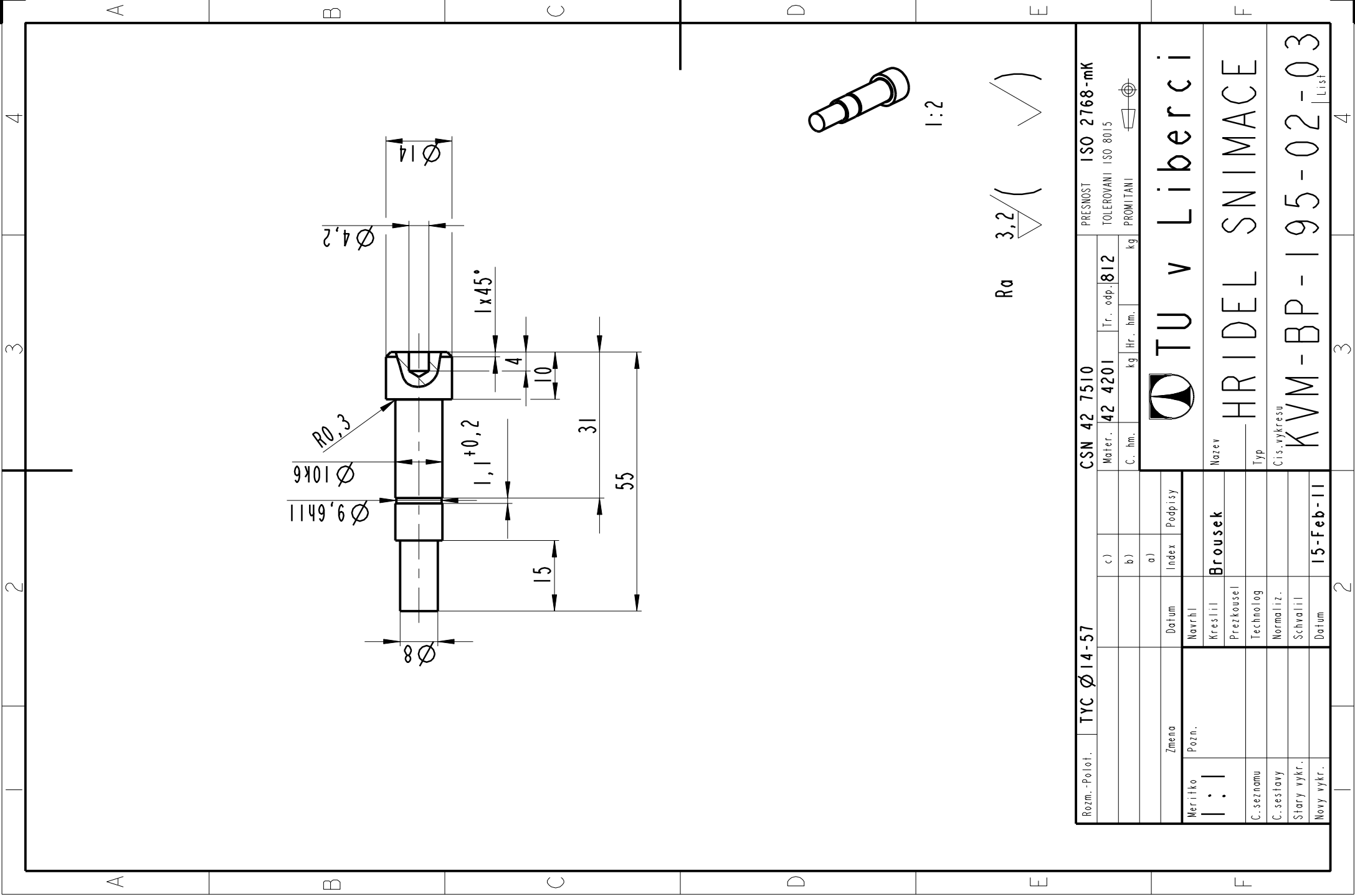
Zmena		Datum	Index	Podpisy	 TU v Liberci	
Meritko	Pozn.	Navrh				Nazev
2:1		Kreslil	Brousek			SNIMAC_KORUNA
C.seznamu		Prezkousel				Typ
C.sestavy		Technolog				Cis.vykresu
Stary vykr.		Normaliz.			KVM-BP-195-03	
Novy vykr.		Schvalil			List	
		Datum	14-Mar-11			




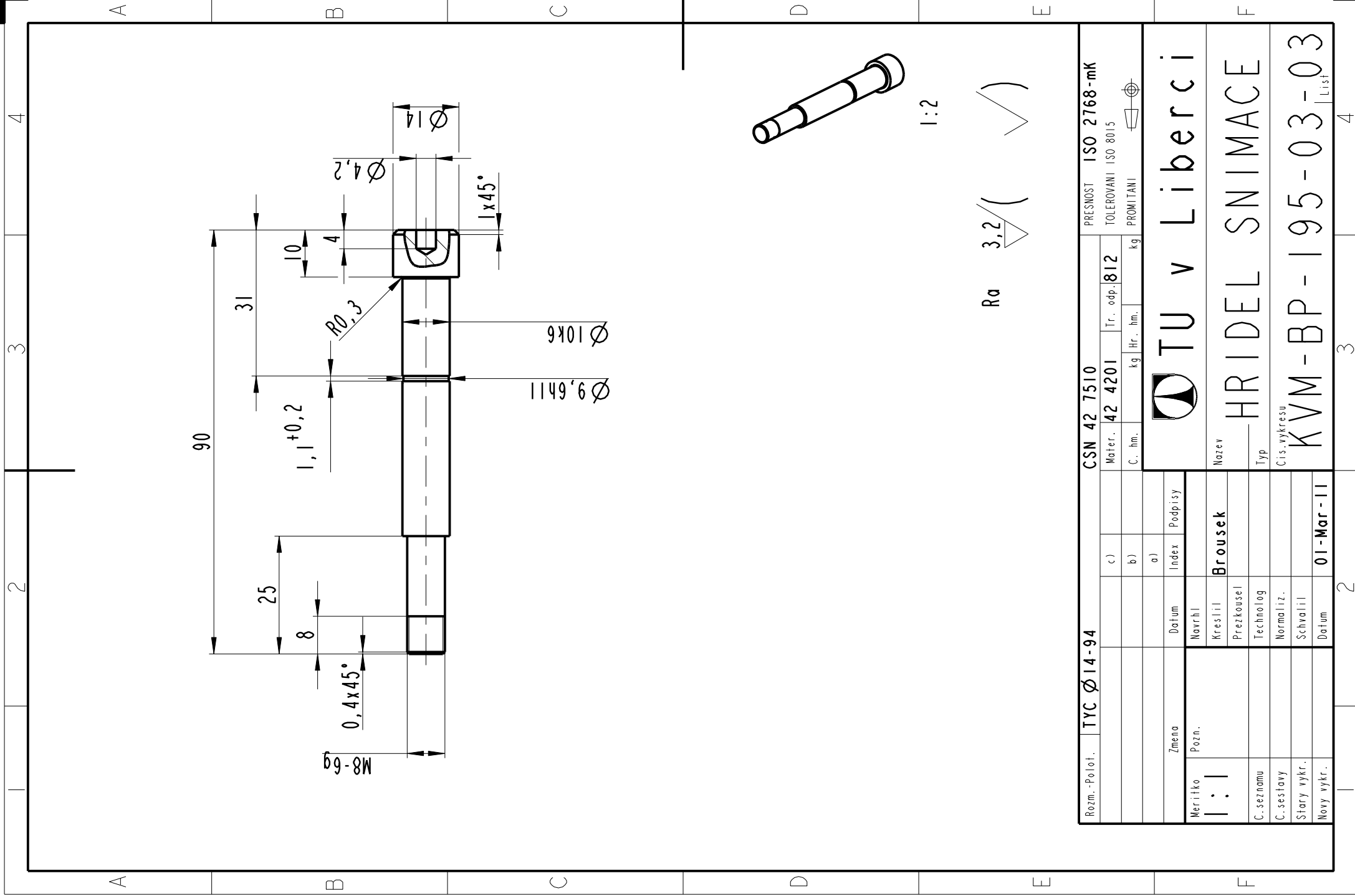
Rozm.-Polot.		TYC Ø 50-30		CSN 42 7510			PRESNOST ISO 2768-mK		
				Water. 42 4201		Tr. odp. 812		TOLEROVANI ISO 8015	
				C. hm.		kg Hr. hm.		PROMITANI	
				a)					
				Index		Podpisy			
				Datum					
				Navrh					
				Kreslil					
				Prezkousel					
				Technolog					
				Normaliz.					
				Schválil					
				Datum					
				14-Feb-11					



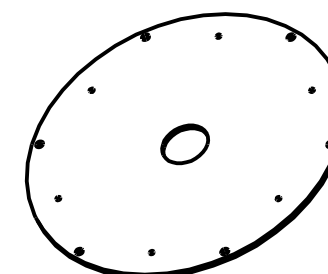
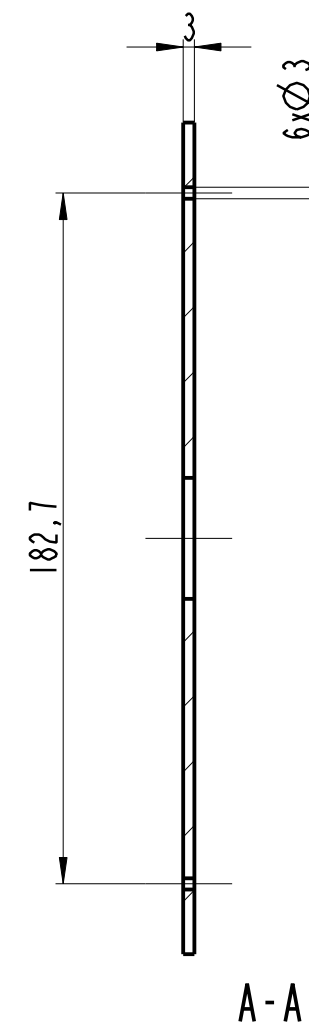
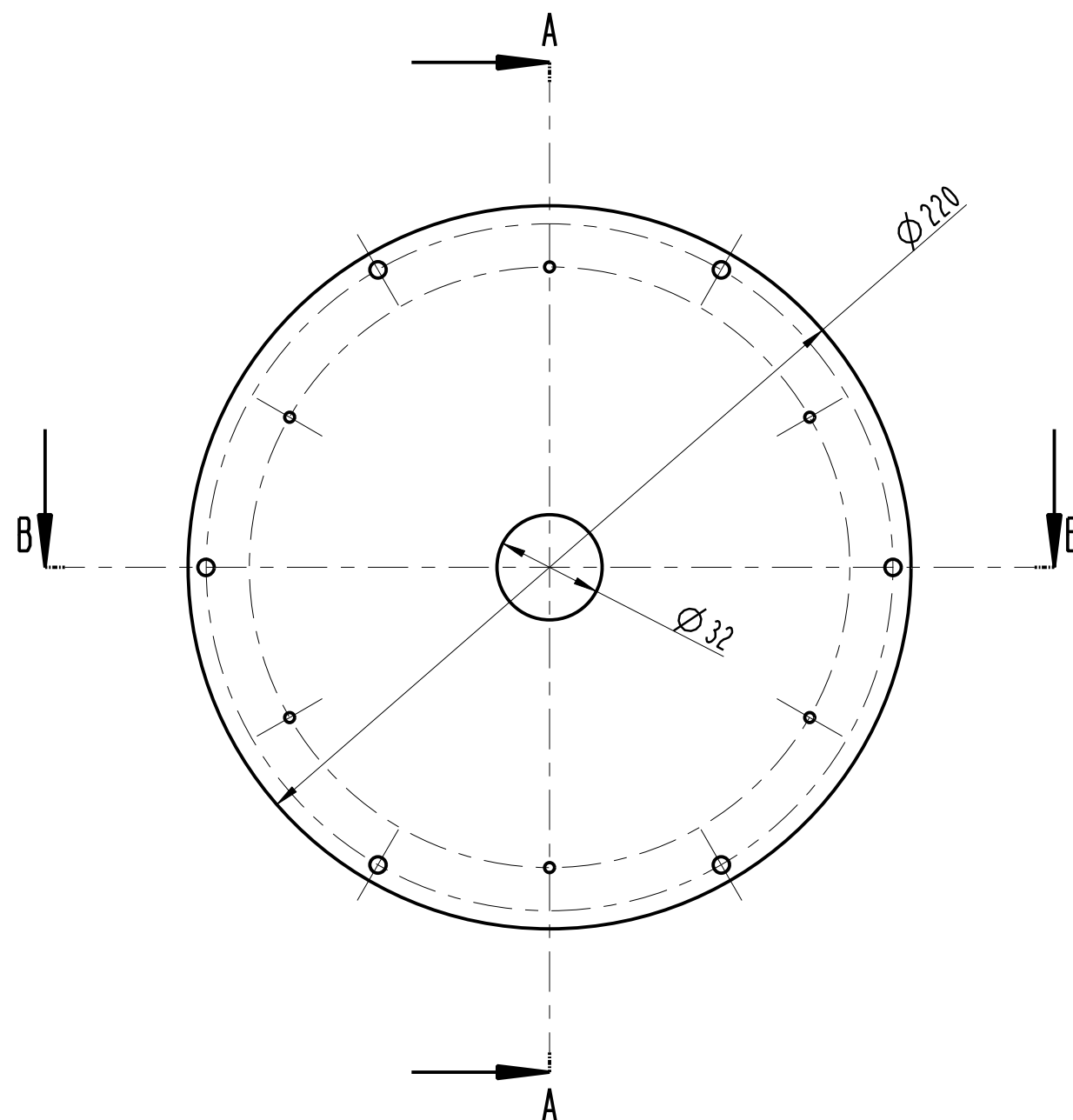
Rozm.-Polot.	TYC Ø56-25	CSN 42 7510				PRESNOST ISO 2768-mK	
		Water.	42 4201	Tr. odp.	812	TOLEROVANI ISO 8015	
			C. hm.	kg	Hr. hm.	kg	PROMITANI 
			a)		 TU v Liberci		
			Index	Podpisy			
Meritko 1:1	Pozn.	Navrh	Brousek		Název		
		Kreslil					
		Prezkoušel					
C. seznamu		Technolog			Typ		
C. sestavy		Normaliz.			Cis. vykresu		
Starý vykr.		Schválil			KVM-BP-195-02-02		
Nový vykr.		Datum	14-Feb-11				



Rozm.-Polot.		TYC Ø14-57		CSN 42 7510			PRESNOST ISO 2768-mK		
				Water. 42 4201		Tr. odp. 812		TOLEROVANI ISO 8015	
				C. hm.		kg Hr. hm.		kg PROMITANI	
				a)					
				Index		Podpisy			
				Datum					
				Navrh					
				Kreslil					
				Prezkousel					
				Technolog					
				Normaliz.					
				Schválil					
				Datum					
				15-Feb-11					



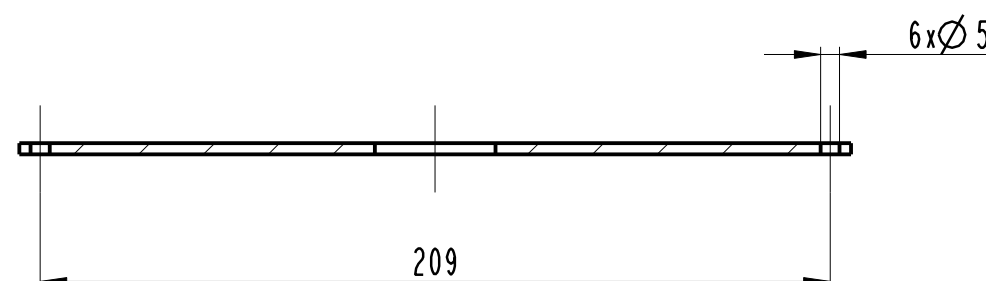
Rozm.-Polot.		TYC Ø14-94		CSN 42 7510				PRESNOST ISO 2768-mK	
				Water.		42 4201		Tr. odp. 812	
						C. hm.		kg	
						Hr.		hm.	
						a)			
						Index		Podpisy	
						Datum			
						Navrh			
						Kreslil			
						Prezkoušel			
						Technolog			
						Normaliz.			
						Schválil			
						Datum			
						01-Mar-11			
								</	




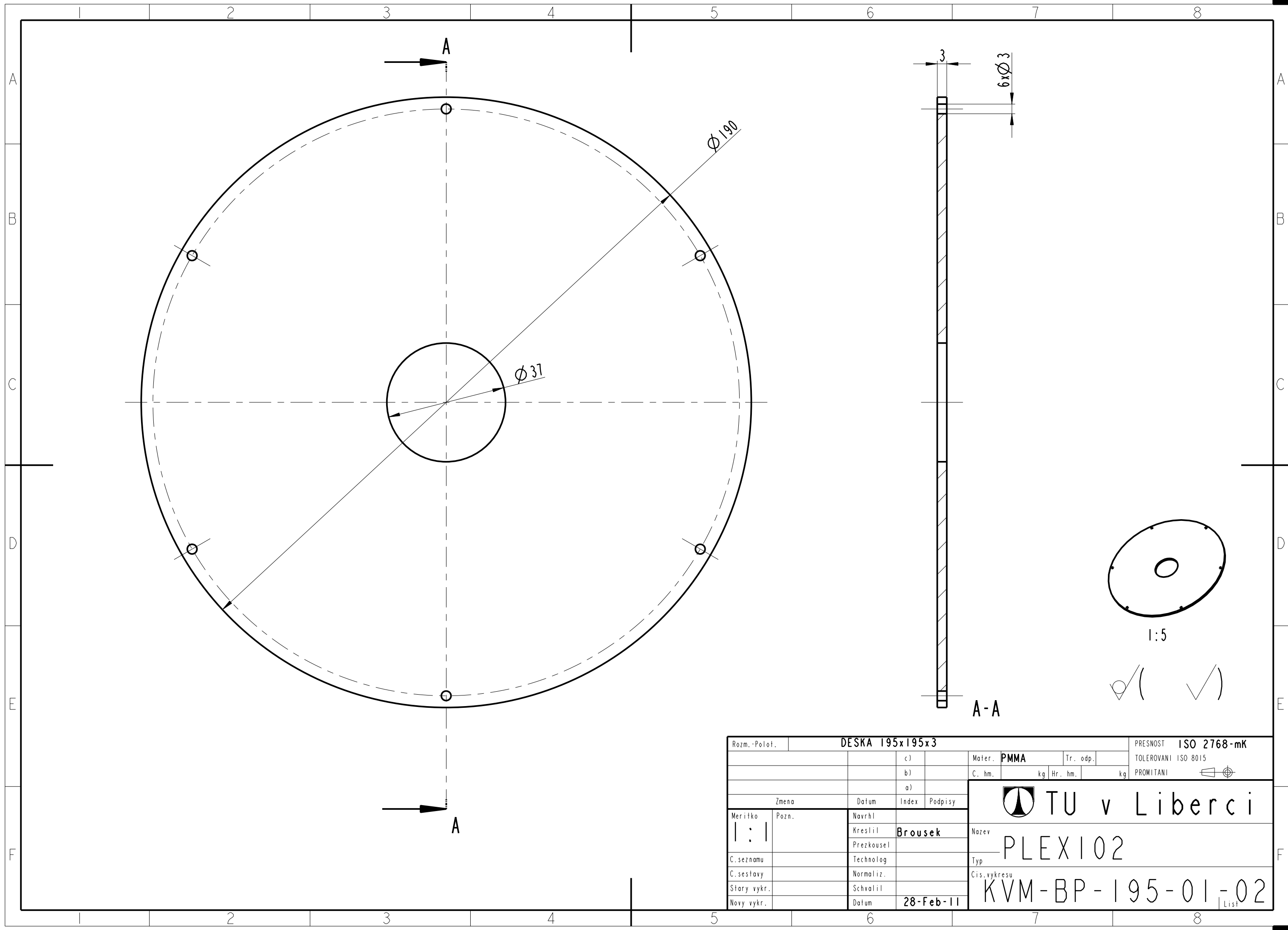
1:5





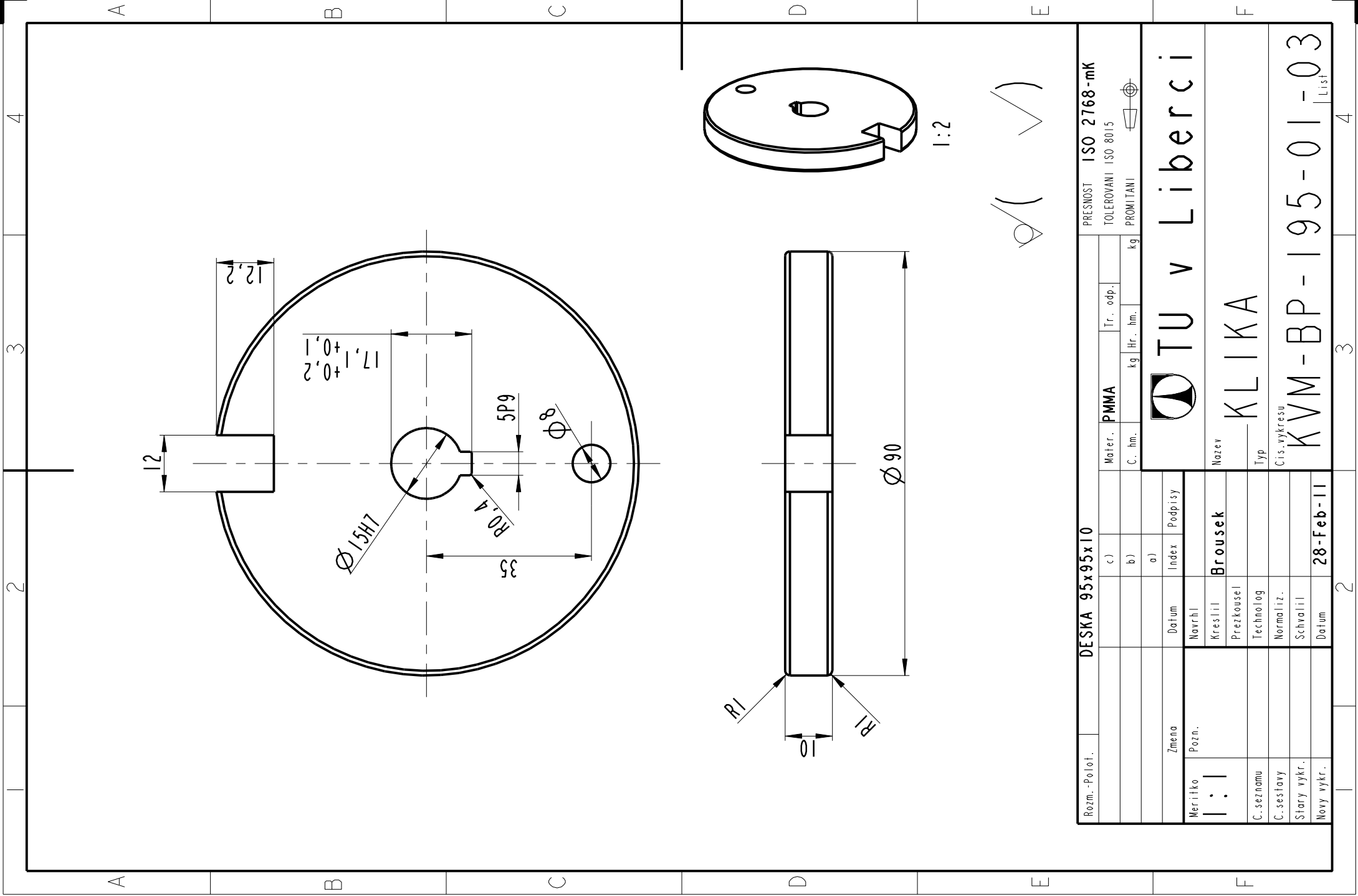
B-B



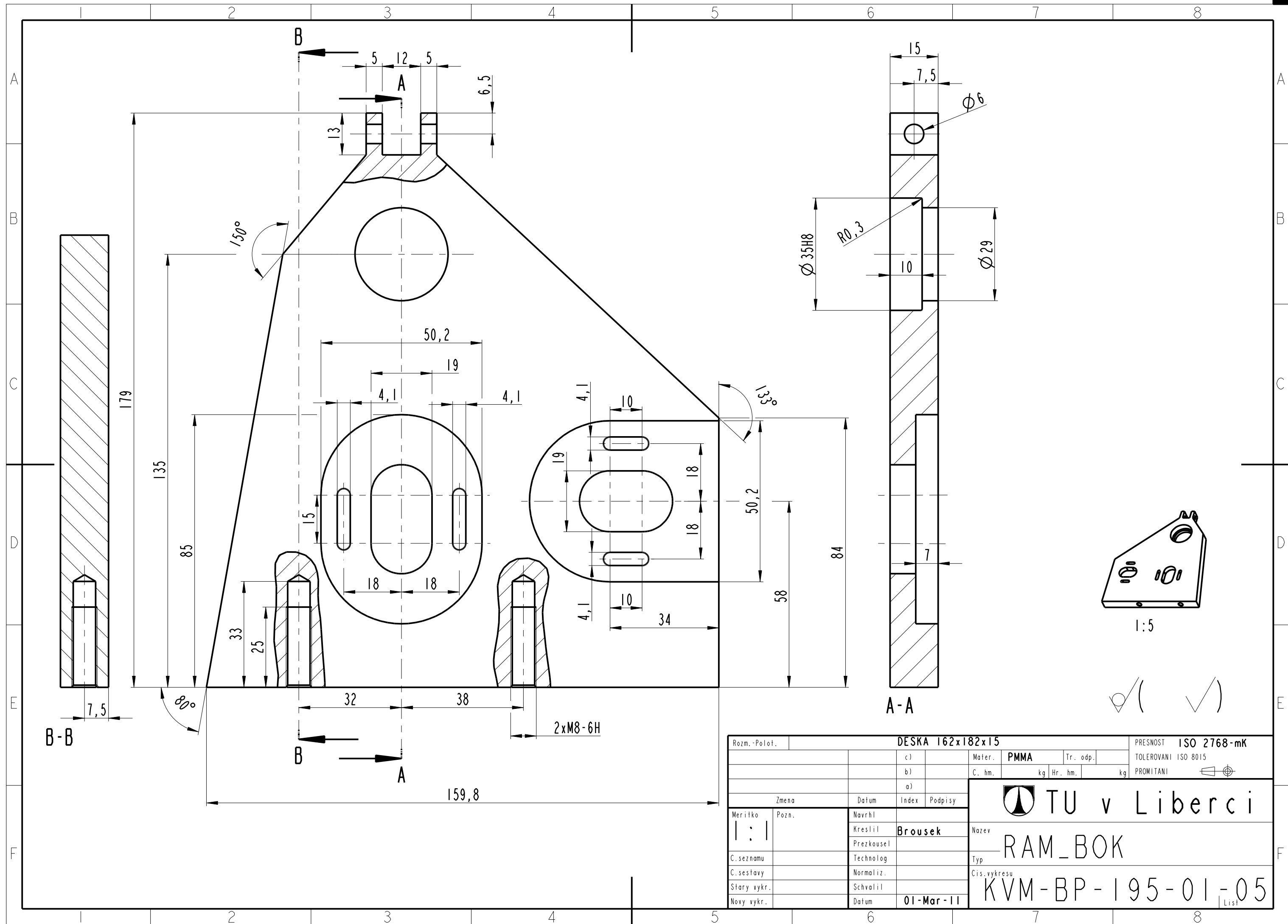
Rozm.-Polot.		DESKA 225x225x3				PRESNOST ISO 2768-mK	
		c)		Mater. PMMA		Tr. odp.	
		b)		C. hm.		kg	Hr. hm.
		a)				kg	
Zmena		Datum		Index		Podpisy	
Meritko		Pozn.		Navrh		 TU v Liberci	
1:2				Kreslil Brousek			
				Prezkousel		Název	
C.seznamu				Technolog		Typ	
C.sestavy				Normaliz.		Cis.vykresu	
Stary vykr.				Schvalil		KVM-BP-195-01-01	
Novy vykr.				Datum 28-Feb-11		List	

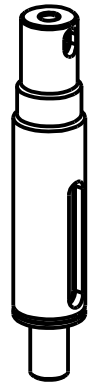
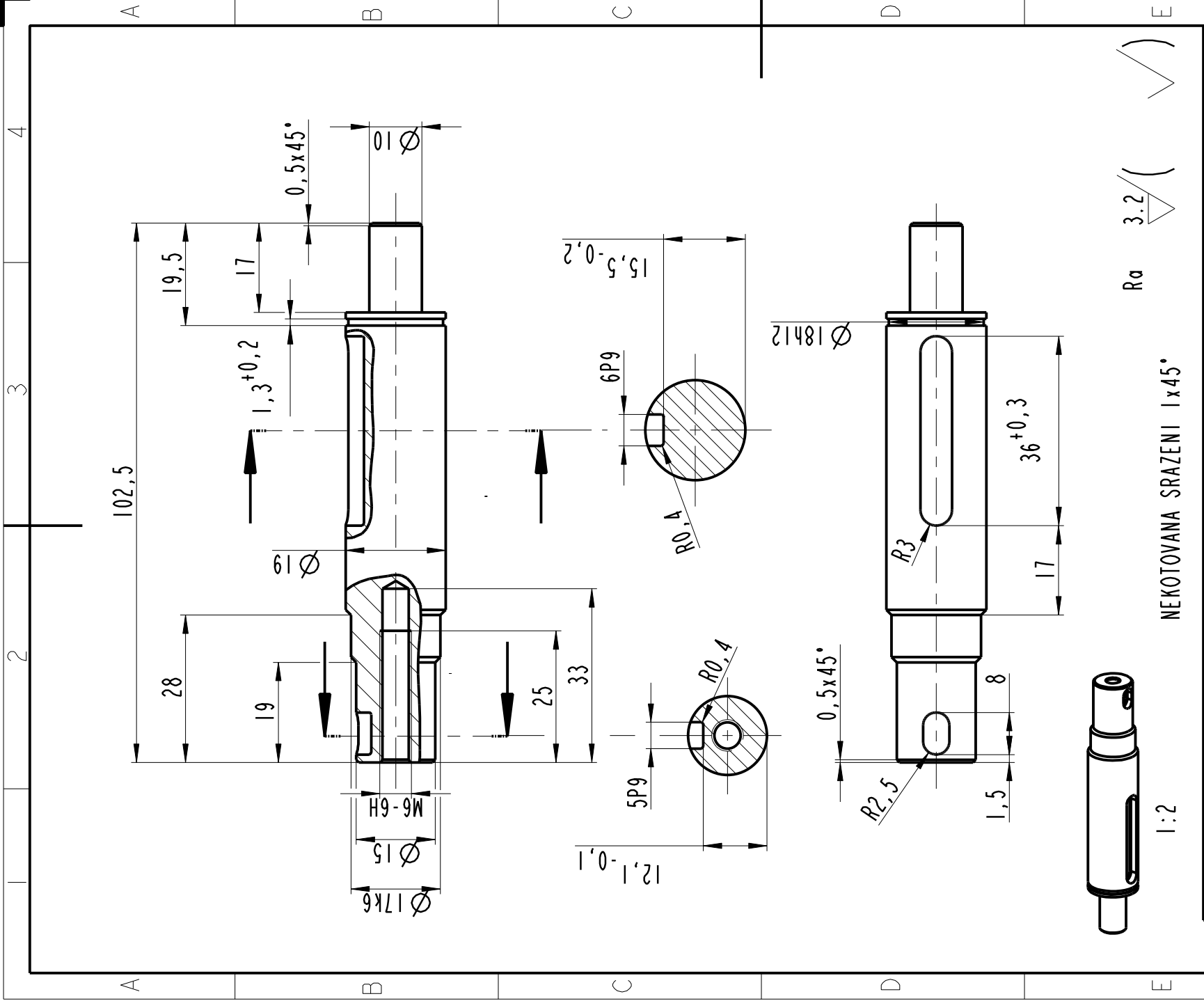


Rozm.-Polot.		DESKA 195x195x3				PRESNOST ISO 2768-mK		
		c)		Mater.	PMMA	Tr. odp.	TOLEROVANI ISO 8015	
		b)		C. hm.	kg	Hr. hm.	kg	
		a)		<div><div> TU v Liberci</div><div>Nazev</div><div>PLEX102</div><div>Typ</div><div>Cis.vykresu</div><div>KVM-BP-195-01-02</div><div>List</div></div>				
Zmena		Datum	Index					Podpisy
Meritko	Pozn.	Navrh						
1:1		Kreslil	Brousek					
		Prezkousel						
C.seznamu		Technolog						
C.sestavy		Normaliz.						
Stary vykr.		Schvalil						
Novy vykr.		Datum	28-Feb-11					
				PROMITANI 				



Rozm.-Polot.		DESKA 95x95x10				PRESNOST ISO 2768-mK					
						Mater. PMMA		Tr. odp.		TOLEROVANI ISO 8015	
						C. hm.		kg Hr. hm.		kg PROMITANI	
										</	




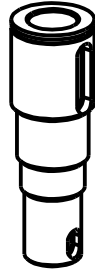
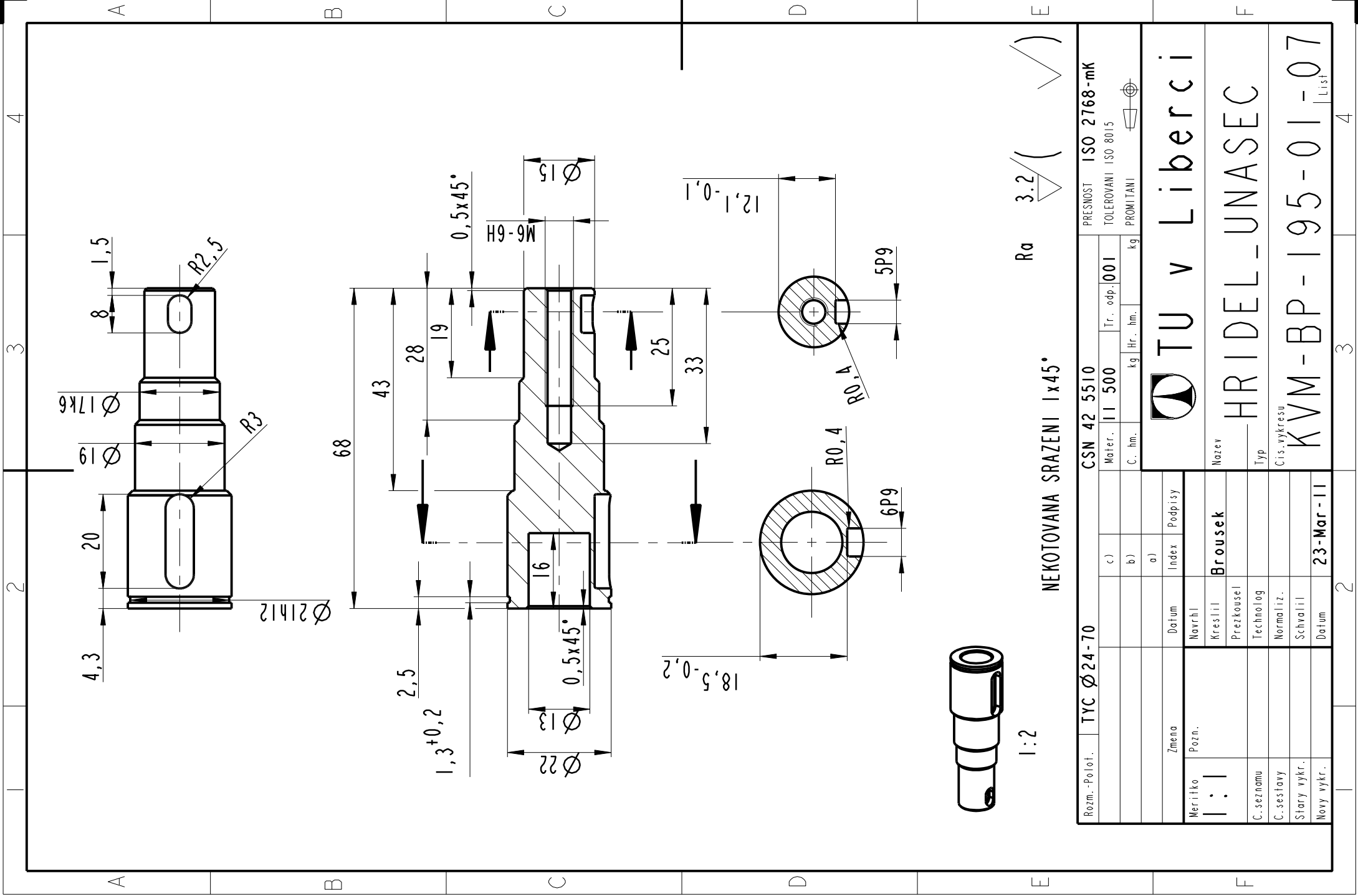


1:2

NEKOTOVANA SRAZENI 1x45°

Ra 3.2 (✓)

Rozm.-Polot.		TYC Ø20-105				CSN 42 5510				PRESNOST ISO 2768-mK					
						c)				Mater. II 500		Tr. odp. 001		TOLEROVANI ISO 8015	
						b)				C. hm.		kg		Hr. hm.	
						a)						kg		PROMITANI	
															



1:2

NEKOTOVANA SRAZENI 1x45°

Rozm.-Polot.	TYC Ø24-70	CSN 42 5510			PRESNOST ISO 2768-mK		
		c)			TOLEROVANI ISO 8015		
		b)			PROMITANI		
		a)			kg		
Zmena		Datum	Index	Podpisy	TU v Liberci		
Meritko	Pozn.	Navrhl	Kreslil	Brousek	HRIDEL_UNASEC		
C.seznamu		Prezkoušel	Technolog		KVM-BP-195-01-07		
C.sestavy		Normaliz.	Schválil		List		
Stary vykr.		Datum	23-Mar-11				
Novy vykr.							

4

3

2

A

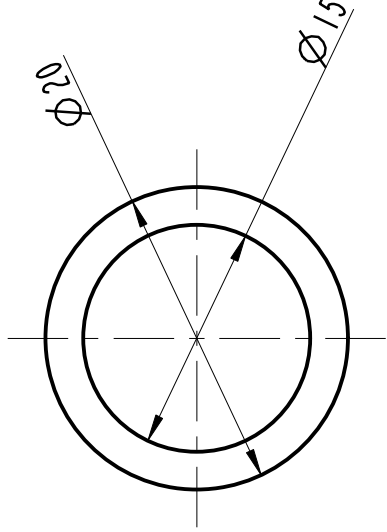
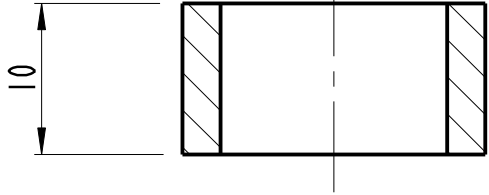
B

C

D

E

F




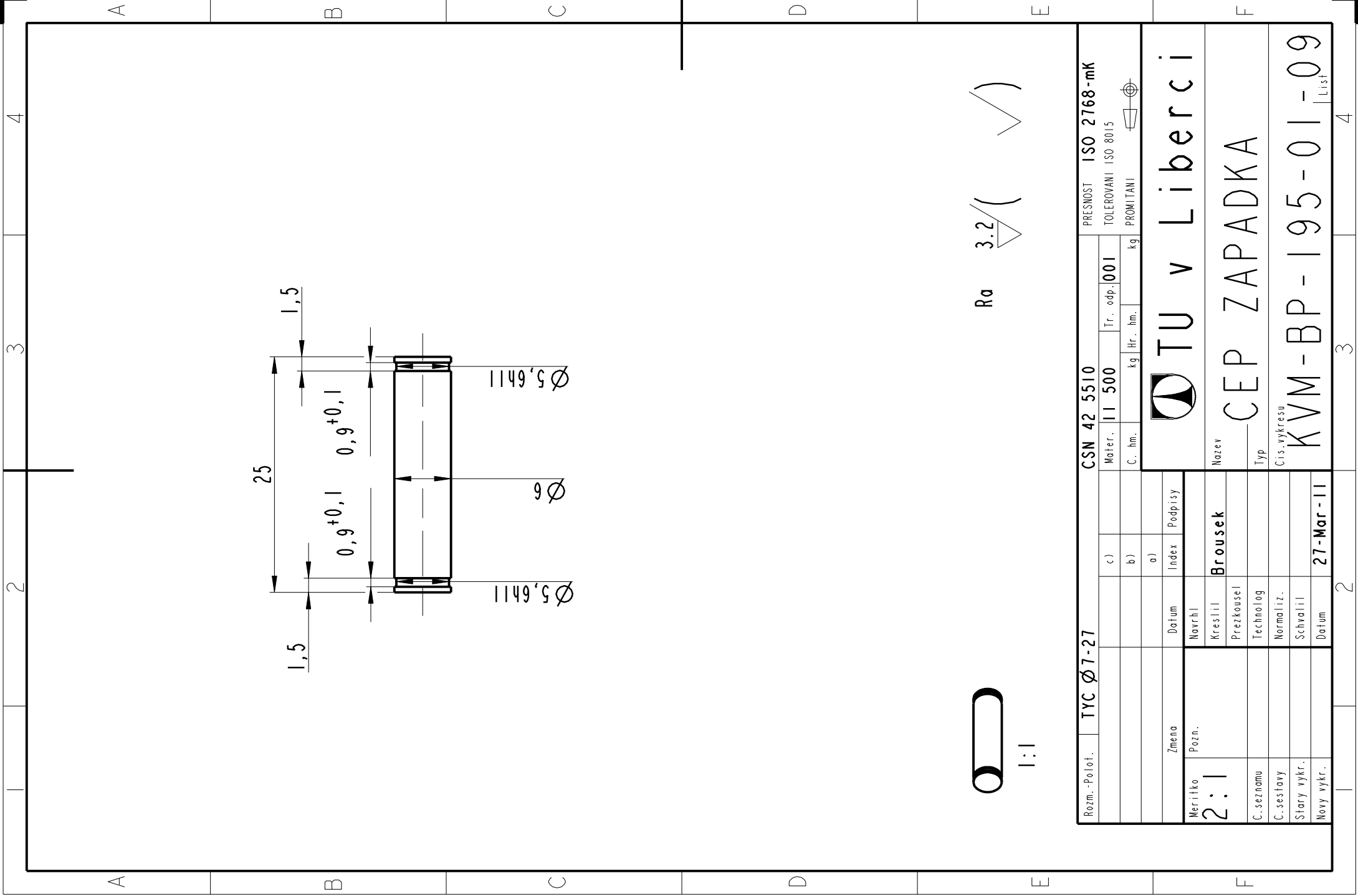
1:2

Ra

3.2




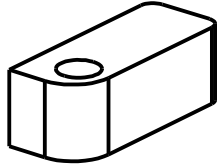
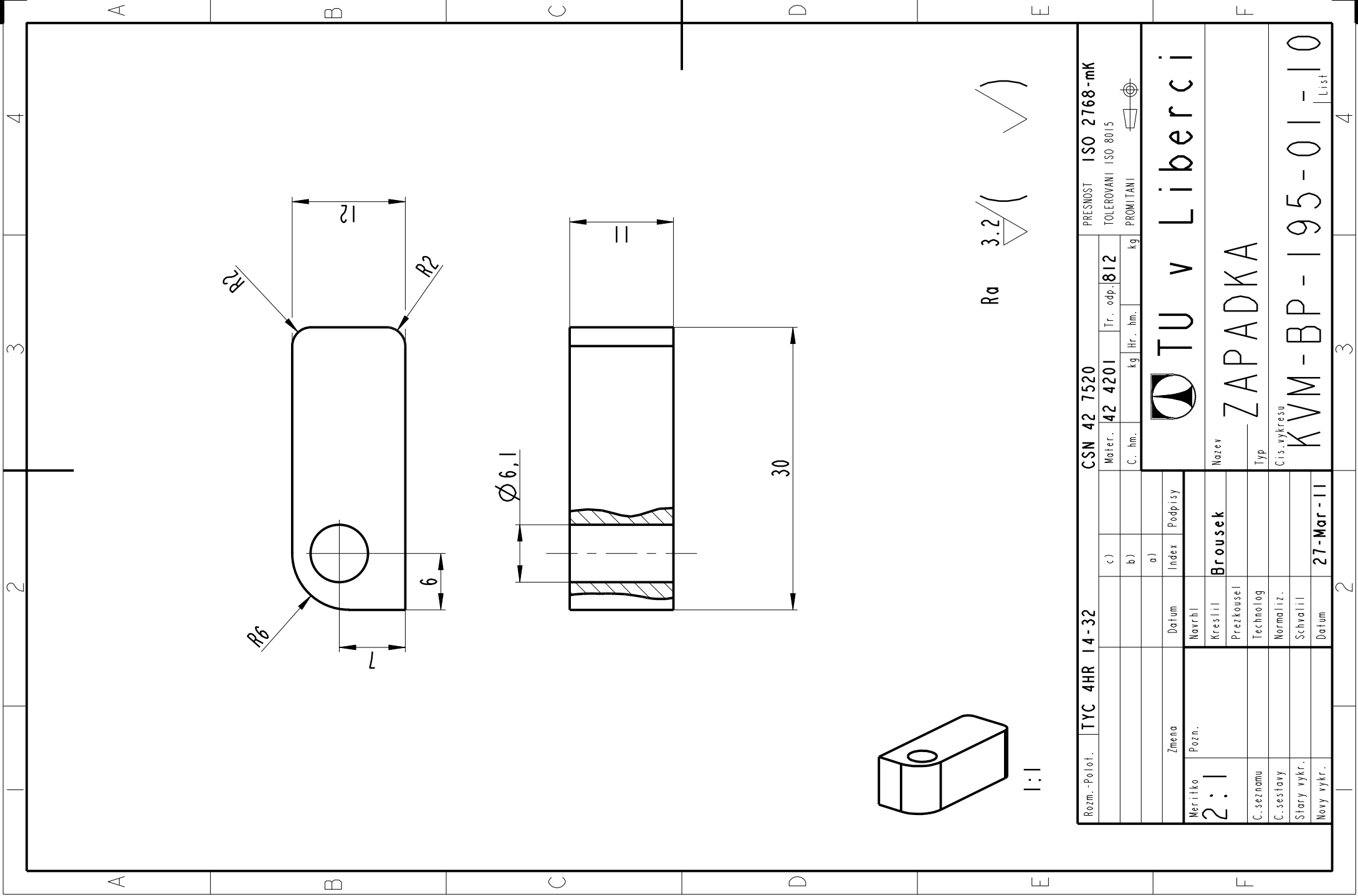
Rozm.-Polot.		TYC Ø23-12		CSN 42 5510				PRESNOST ISO 2768-mK	
				Mater.		II 500		Tr. odp. 001	
				C. hm.		kg		Hr. hm.	
								kg	
								PROMITANI	
									
Zmena				Datum		Index		Podpis	



1:1

Ra 3.2 / (✓)

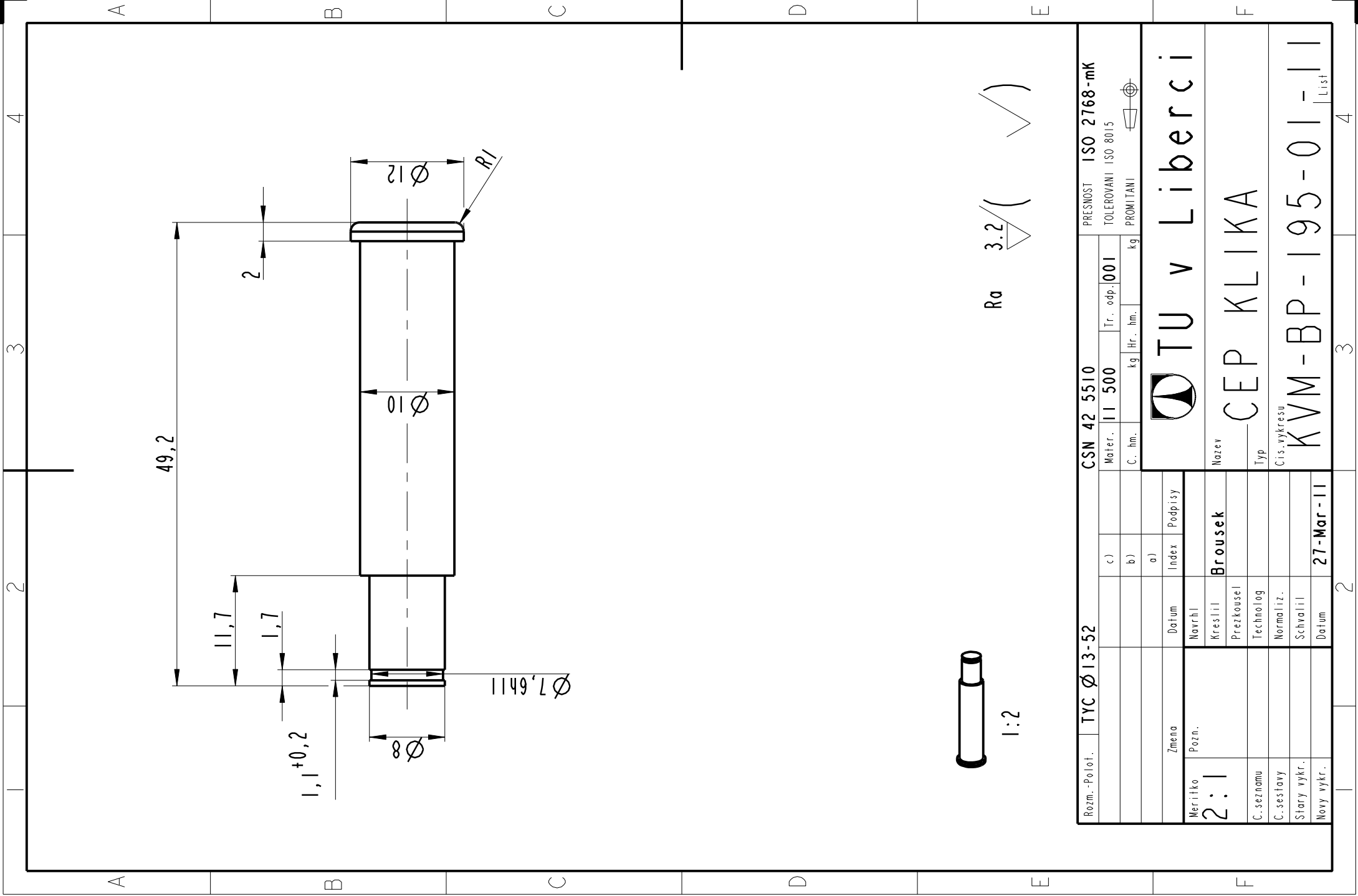
Rozm.-Polot.		TYC Ø7-27		CSN 42 5510				PRESNOST ISO 2768-mK	
				Mater. II 500		Tr. odp. 001		TOLEROVANI ISO 8015	
						kg		PRIMITANI	
						kg			




1:1

Ra 3.2/ (✓)

Rozm.-Polot.		TYC 4HR 14-32		CSN 42 7520			PRESNOST ISO 2768-mK	
				Water.		42 4201	Tr. odp.	812
				C. hm.			Hr. hm.	kg
				a)				
				Index		Podpisy		
				Datum				
				Navrh				
				Kreslil				
				Prezkousel				
				Technolog				
				Normaliz.				
				Schválil				
				Datum				
				27-Mar-11				

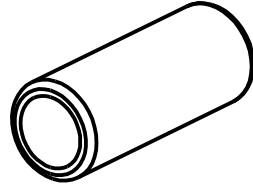
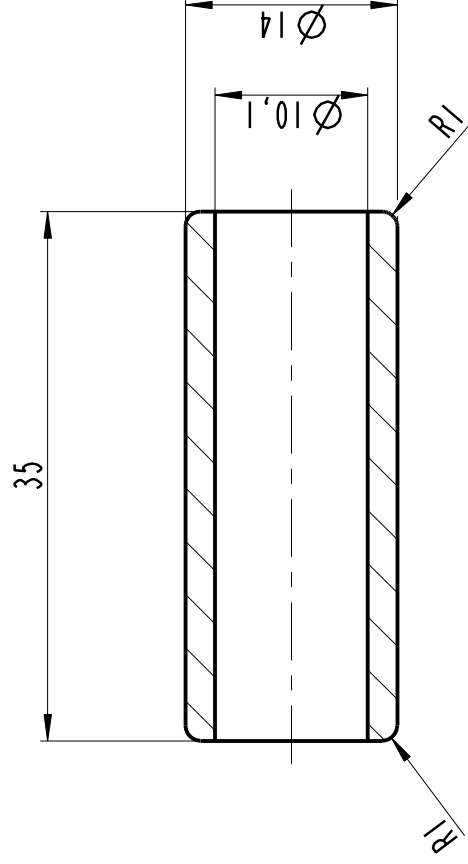


Rozm.-Polot.	TYC Ø13-52				CSN 42 5510				PRESNOST ISO 2768-mK			
						Mater.	II	500	Tr. odp.	001		TOLEROVANI ISO 8015
				c)					kg	Hr. hm.		PROMITANI
				b)								
				a)								
Zmena				Datum		Index		Podpisy				
				Navrh								
Meritko 2:1	Pozn.			Kreslil		Brousek						
				Prezkoušel								
				Technolog								
				Normaliz.								
				Schválil								
C.seznamu												
C.sestavy												
Stary vykr.												
Novy vykr.				Datum		27-Mar-11						

 TU v Liberci

Nazev
CEP KLIKA

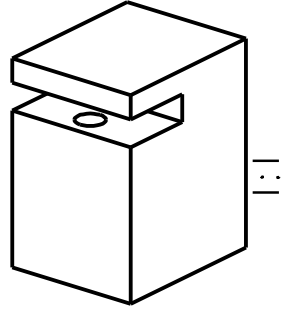
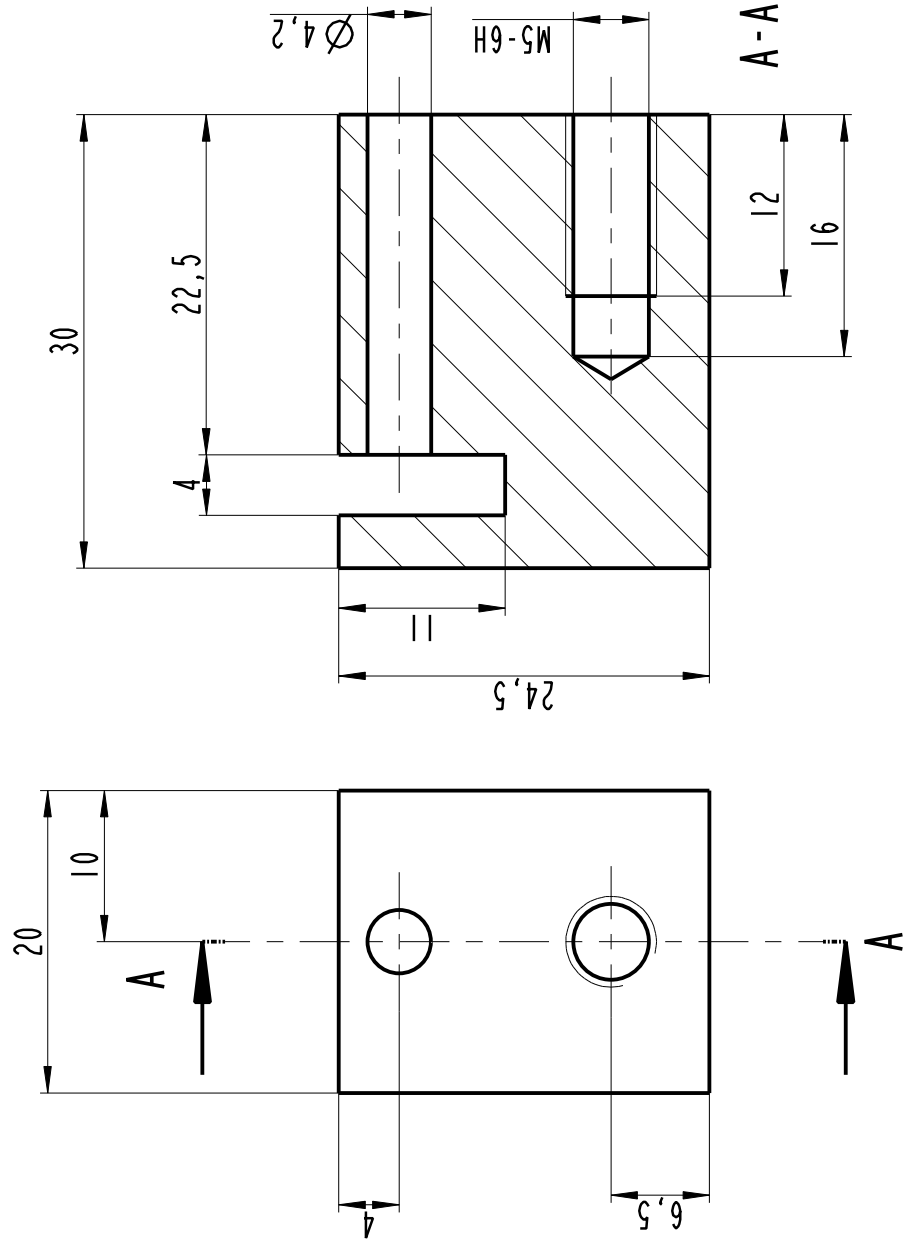
Typ
KVM-BP-195-01-11
Cis.vykresu
List


$$\frac{1}{2}$$

Ra

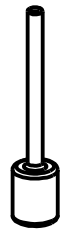
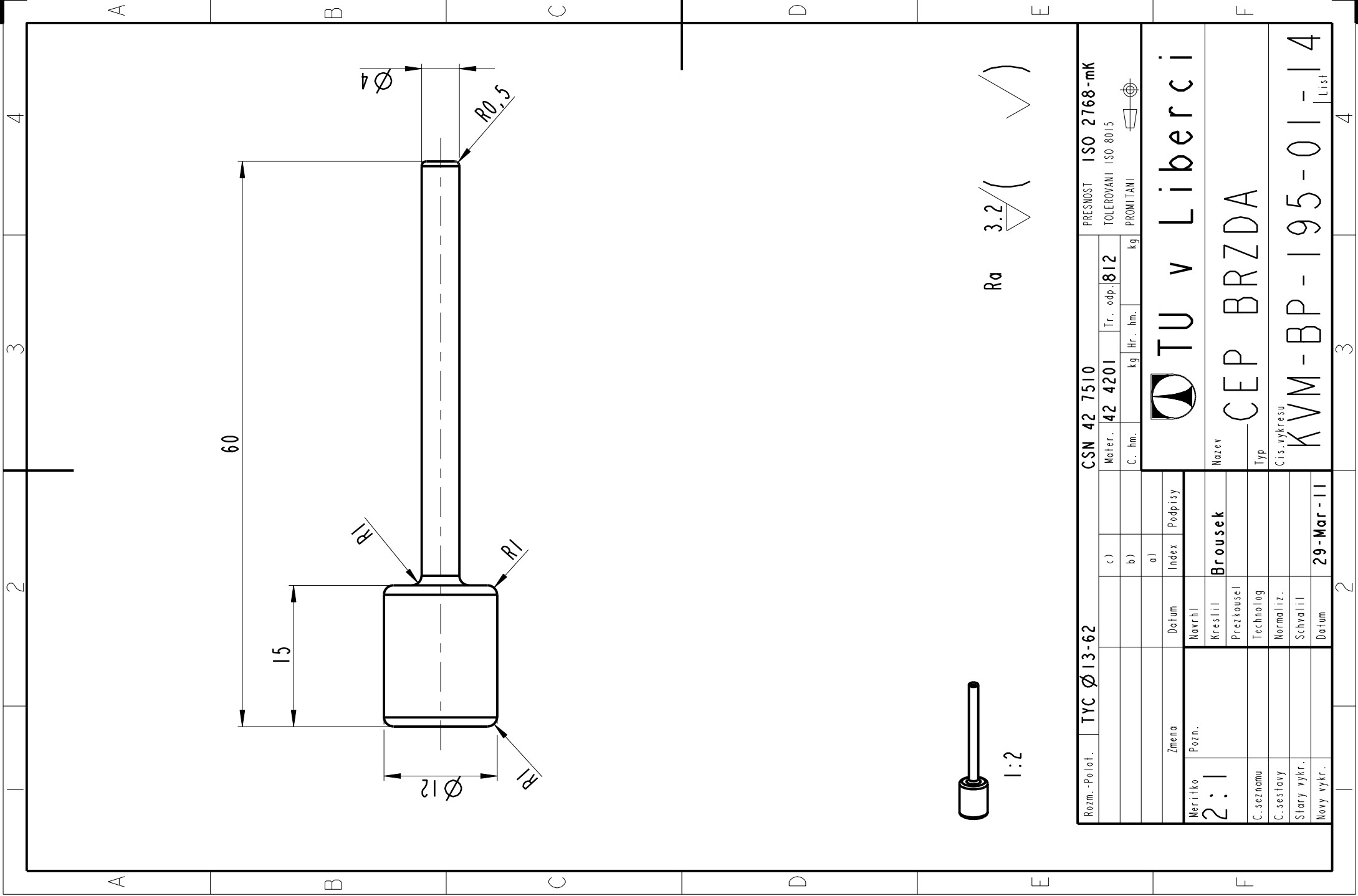
3.2

[illegible]



Ra 3.2/ (✓)

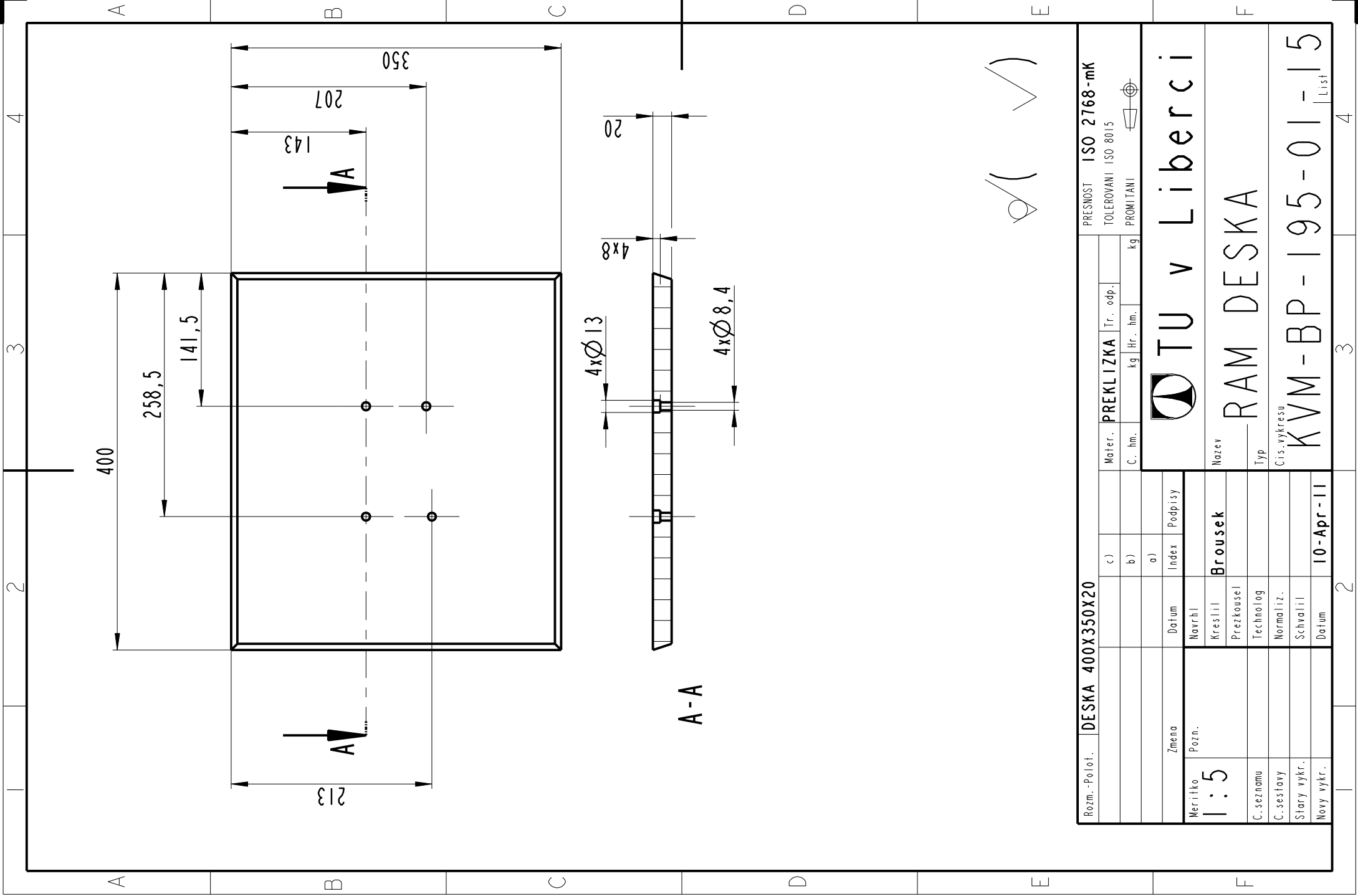
Rozm.-Polot.		4HR 30-25		CSN 42 5520		PRESNOST ISO 2768-mK	
Mater.		II 500		Tr. odp. 001		TOLEROVANI ISO 8015	
C. hm.		kg		Hr. hm.		kg	
a)		Index		Podpisy		PROVITANI	
Datum		Navrhl		Kreslil		BRZDA KORUNY	
Zmena		Datum		Index		Typ	
Pozn.		Navrhl		Index		Cis.vykresu	
2:1		Kreslil		Index		KVM-BP-195-01-13	
C.seznamu		Prezkoušel		Index		List	
C.sestavy		Technolog		Index			
Stary vykr.		Normaliz.		Index			
Novy vykr.		Schválil		Index			
		Datum		Index			
		29-Mar-11					



1:2

Ra 3.2/ (✓)

Rozm.-Polot.		TYC Ø13-62				CSN 42 7510				PRESNOST ISO 2768-mK	
						Matér.		42 4201	Tr. odp.	812	TOLEROVANI ISO 8015
				c)		C. hm.		kg	Hr. hm.	kg	PROMITANI
				b)							
				a)							
				Datum		Index		Podpisy			
				Navrh							
				Kreslil		Brousek		Název			
				Prezkoušel							
				Technolog				Typ			
				Normaliz.				Čís. výkresu			
				Schválil							
				Datum		29-Mar-11					
		</									



✓ (✓)

Rozm.-Polot.		DESKA 400X350X20				PRESNOST ISO 2768-mK					
				c)		Mater.		PREKLIZKA		Tr. odp.	
				b)		C. hm.		kg		Hr. hm.	
				a)				kg			